

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Tipos de surcado y densidad de plantas en el rendimiento
de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

Canaán, 2750 msnm. Ayacucho

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

Teodoro Escarcena Mendoza

ASESOR:

M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo

Ayacucho - Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGROMOMÍA

TESIS

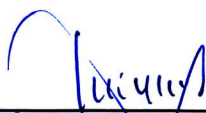
Tipos de surcado y densidad de plantas en el rendimiento de tomate
(*Lycopersicum esculentum* Mill.) Canaán, 2750 msnm. Ayacucho

Expedito : 02 de febrero de 2023

Sustentado : 23 de febrero de 2023

Calificación : Muy bueno

Jurados :



Dr. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO
Presidente



M.Sc. ALEJANDRO CAMASCA VARGAS
Miembro



Ing. EDUARDO ROBLES GARCÍA
Miembro



M.Sc. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Asesor

*A Dios, por todo lo que me dio, me da y me dará,
y por permitirme vivir y disfrutar cada día.*

*A mi Madre, Toribia Mendoza Quispe, y mi Tío,
Máximo Mendoza Quispe, por su cariño y
comprensión, por brindarme la educación
necesaria y el apoyo incondicional. Sin ellos este
trabajo no hubiera sido posible.*

*A mis amigos y familiares, por su comprensión y
apoyo incondicional. Además, sin ellos este
trabajo no hubiera sido posible.*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi Alma Mater, por haberme acogido en sus aulas todos estos años.

A los docentes de la Escuela de Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias, por las enseñanzas y consejos durante mi vida universitaria.

Al asesor el Ing. Walter Augusto Mateu Mateo, por su amistad, sus consejos y apoyo desde el inicio de la tesis hasta la elaboración del informe final.

A los miembros del jurado, por el tiempo que me brindaron durante todo lo que significó la elaboración de la tesis, y por las correcciones y consejos en beneficio del presente documento.

A mis amigos de la Universidad, quienes me acompañaron y me apoyaron durante los años de estudio.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	1
Introducción	2
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	4
1.1. Del cultivo.....	4
1.1.1. Origen y distribución	4
1.1.2. Taxonomía	5
1.1.3. Clasificación agronómica.....	5
1.1.4 Variedades.....	5
1.1.5. Generalidades.....	6
1.1.6. Descripción botánica.....	7
1.1.7. Suelo.....	8
1.1.8. Manejo del cultivo	8
1.2. Antecedentes	13
CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	17
2.1. Ubicación del ensayo	17
2.2. Historia del terreno.....	17
2.3. Análisis químico del suelo	17
2.4. Clima.....	18
2.5. Material experimental	21
2.6. Factores estudiados	21
2.6.1. Tipos de Surcado (S).....	21
2.6.2. Densidad de plantas (D).....	21
2.7. Tratamientos.....	21
2.8. Diseño experimental	22

2.9.	Características del campo experimental.....	22
2.10.	Instalación y conducción del experimento.....	23
2.10.1.	Preparación del terreno	23
2.10.2.	Surcado y marcado del terreno.....	24
2.10.3.	Abonamiento.....	25
2.10.4.	Siembra	25
2.10.5.	Raleo	25
2.10.6.	Riegos.....	25
2.10.7.	Aporque.....	26
2.10.8.	Deshierbo	26
2.10.9.	Control de plagas y enfermedades	26
2.10.10.	Cosecha.....	26
2.11.	Variables evaluadas.....	26
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN		29
3.1.	Días a floración	29
3.2.	Días a madurez comercial de frutos	30
3.3.	Días a la madurez de cosecha	31
3.4.	Altura de planta.....	32
3.5.	Numero de racimos por planta	33
3.6.	Numero de frutos por planta	34
3.7.	Numero de frutos por racimo	35
3.8.	Rendimiento total de frutos.....	36
3.9.	Rendimiento de frutos de categoría primera.....	37
3.10.	Rendimiento de fruto de categoría segunda.....	38
3.11.	Rendimiento de frutos de categoría tercera.....	39
3.12.	Rendimiento de frutos de categoría cuarta.....	40
CONCLUSIONES		42
RECOMENDACIONES		43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		44
ANEXOS.....		47

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. Características físicas y químicas del suelo (Canaán, 2,750 msnm).....	17
Tabla 2.2. Temperatura máxima, media, mínima, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2006 - 2007, de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco de la UNSCH – Ayacucho	19
Tabla 2.3. Tratamientos y descripción	22
Tabla 3.1. ANVA de días a floración de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho	29
Tabla 3.2. ANVA de días a madurez comercial de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho.....	30
Tabla 3.3. Prueba de Tukey (0.05), de días a madurez fisiológica con cinco densidades de plantas en tomate. Canaán. Ayacucho	31
Tabla 3.4. ANVA de días a madurez de cosecha con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas en tomate. Canaán, Ayacucho	31
Tabla 3.5. Prueba de Tukey (0.05), de días a cosecha con cinco densidades de plantas en tomate. Canaán. Ayacucho.....	32
Tabla 3.6. ANVA de altura de planta de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho.....	32
Tabla 3.7. Prueba de Tukey (0.05) de altura de planta con cinco densidades de plantas en tomate. Canaán. Ayacucho.....	33
Tabla 3.8. ANVA de número de racimos por planta de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho.....	33
Tabla 3.9. Prueba de Tukey (0.05), de número de racimos por planta con cinco densidades de plantas en tomate. Canaán. Ayacucho	34
Tabla 3.10. ANVA de número de frutos/planta de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho	35
Tabla 3.11. ANVA de número de frutos por racimo de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de siembra. Canaán, Ayacucho	36
Tabla 3.12. ANVA de rendimiento total de frutos de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho.....	36
Tabla 3.13. ANVA de rendimiento de frutos de primera categoría de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho...38	38

Tabla 3.14. ANVA de rendimiento de frutos de segunda categoría de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de siembra. Canaán, Ayacucho .39	.39
Tabla 3.15. Prueba de Tukey (0.05), de rendimiento de frutos categoría segunda con dos tipos de surcado en tomate. Canaán. Ayacucho.....39	39
Tabla 3.16. ANVA de rendimiento de frutos de tercera categoría de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho40	40
Tabla 3.17. Prueba de Tukey (0.05), de rendimiento de frutos de tercera categoría con cinco densidades de plantas en tomate. Canaán. Ayacucho.....40	40
Tabla 3.18. ANVA de rendimiento de frutos de cuarta categoría de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho41	41

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la Campaña agrícola 2,005 - 2,006, de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco de la UNSCH – Ayacucho	20
Figura 2.2. Croquis del campo experimental	23
Figura 2.3. Siembra de tomate a surco simple	24
Figura 2.4. Siembra de tomate en surcos mellizos.....	24

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Costos de producción de tomate	48
Anexo 2. Datos de campo del experimento de tomate	49
Anexo 3. Panel fotográfico	51

RESUMEN

Este trabajo se realizó en el Centro Experimental de Canaán - UNSCH, en la campaña agrícola 2005 a 2006, con el objetivo de determinar el efecto del tipo de surcado y densidad de plantas en el rendimiento de tomate. Se utilizó el Diseño de Bloques Completo Randomizado (DBCR), con arreglo factorial de 2 S x 5 D, 10 tratamientos y cuatro repeticiones; parcelas de 2.4 m x 4 m. Los tipos de surcado: surcado simple y surcado mellizo. Las densidades: d1-1 tallo, d2-1 tallo y 2 ramas, d3-2 tallos, d4-3 tallos y d5-2 tallos y 4 ramas. Se fertilizó con la fórmula: 160-140-20 de NPK. El tipo de surcado no tuvo influencia en el rendimiento de frutos y en las otras características morfo agronómicas del tomate como: días a floración, madurez comercial, altura de planta, número de racimos y número de frutos por racimo. La densidad de plantas de tomate influyó en días a madurez fisiológica, d5-2 tallos y 4 ramas, tuvieron menor número de días a la madurez fisiológica, 113.6 días. La densidad de plantas d2-1 tallo y 2 ramas y d1-1 tallo, tuvieron menor número de días a la madurez comercial con 120.3 y 120.5 días. Mayor número de racimos por planta se alcanzó con la densidad de plantas d5-2 tallos y 4 ramas, d2-1 tallo y 2 ramas y d1-1 tallo, con 15.2, 14.0 y 13.1, respectivamente. Los tipos de surcado y la densidad de plantas no influyeron en el rendimiento total de frutos cosechados en el cultivo de tomate, con rango de 59,981 a 66,989 kg ha⁻¹.

Palabras clave: tomate, tipo de surcado, densidad de siembra.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es “la hortaliza más cultivada y comercializada en el mundo con una producción cercana a los 88 millones de toneladas métricas en el año 1997, liderada por países como China, Estados Unidos, Turquía, Italia, Egipto, India, España, Brasil, Rusia y Chile, donde se concentra el 65% de la producción” (FAOSTAT, 1998); nuestro país en Latinoamérica es de los países que más área dedica a este cultivo, sin embargo, se reporta rendimiento de 10 t ha⁻¹, como promedio, muy lejos de los rendimientos que se obtienen hoy en día, a nivel mundial.

Para lograr un rendimiento adecuada del cultivo de tomate se requiere utilizar gran cantidad de fertilizantes minerales y pesticidas, lo que implica también elevar el costo de producción y requerimiento energético, que cuando su uso es indiscriminado pueden provocar problemas de salinización y contaminación del manto freático.

Paralelamente al uso de fertilizantes y de otros insumos para obtener rendimientos aceptables de tomate se debe utilizar una adecuada forma de siembra y densidades de planta en el cultivo que permitan cubrir el campo y aprovechar la plasticidad de la planta de tomate podas y tutorado ayudan a regular la producción y maduración de frutos.

El tomate, según Van (1981), requiere de climas abrigados con temperaturas de 18-26°C, temperaturas óptimas de 22°C en el día y 16°C en la noche; estas temperaturas se alcanzan en Canaán – Ayacucho en los meses de setiembre a diciembre.

Tomando en consideración lo señalado y condiciones edafo-climáticas de la zona se ha planteado la presente investigación, con los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar la influencia de tipos de surcado y densidad de plantas sobre el rendimiento de tomate en Canaán - Ayacucho.

Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de tipos de surcado en el rendimiento de tomate en Canaán - Ayacucho.
2. Determinar la influencia de la densidad de plantas en el rendimiento de tomate en Canaán - Ayacucho.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. DEL CULTIVO

1.1.1. Origen y distribución

Rodríguez, et al (1,997) señala que “el tomate es una planta cuyo origen se localiza en Sudamérica y más concretamente en la Región Andina, aunque posteriormente fue llevado por distintos pobladores de un extremo a otro, extendiéndose por todo el continente”.

Anderlini (1,970) señala como “centro de origen del tomate a México y Perú de donde los españoles introdujeron el tomate en Europa desde el descubrimiento de América, en donde no utilizaron sus frutos en la alimentación, si no fue difundido como planta ornamental”.

Van (1,981) afirma que “el tomate es una planta originaria del Perú, Ecuador y México, países en donde se encuentran varios tipos silvestres. Fue introducida en Europa en el siglo XVI. Al principio, el tomate se cultivaba como planta de adorno. A partir de 1,900, se extendió el cultivo como alimento humano”.

Casseres (1,980) también menciona que “el centro de origen del tomate es la región comprendida entre el Perú y Ecuador y como punto de diversificación Veracruz y Puebla en México, que ha dado origen a los tipos cultivadas, así mismo señala que el tomate no es autóctono de México si no fue introducida en ese país en tiempos antiguos”.

Toovey (1,982) señala que “el tomate es oriundo de las estribaciones occidentales de los Andes (América del sur), y que luego fue introducido a Italia a mediados del siglo XVI, extendiéndose por Europa Central e Inglaterra. Igualmente señala que en aquella época se le conocía con los nombres de manzana peruana, dorada o del amor”.

Casas (1,981) manifiesta que “el origen y el proceso de domesticación tomate a la que pudo haber sido sometido, está aún en discusión, aunque el peso de las evidencias sugiere a México como su más probable centro de origen”.

1.1.2. Taxonomía

Casas (1,981) y García (1,959) manifiestan que el cultivo de tomate pertenece a la siguiente ubicación taxonómica:

Reino	: Vegetal.
División	: Fanerógamas
Sub-división	: Angiospermas
Clase	: Dicotiledóneas
Sub-clase	: Metaclamideas
Súper-orden	: Tubiflorales
Orden	: Escrofulariales
Familia	: Solanáceas
Tribu	: Solaneae
Género	: <i>Lycopersicum</i>
Especie	: <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.
Nombre común	: Tomate, Pomodoro y Jitomate
Ploidia	: $2n = 24$ (diploide)

1.1.3. Clasificación agronómica

Van (1,981) indica que “según el hábito de crecimiento del tomate se puede distinguir dos tipos distintos, que son los determinados y los indeterminados. La planta determinada, es de tipo arbustivo, de porte bajo, pequeño y de producción precoz. Se caracteriza por la formación de la inflorescencia en el extremo del ápice.

El tomate de crecimiento indeterminado crece hasta alturas de 2 m o más, según el empalado que se aplique”.

1.1.4. Variedades

Anderlini (1,970) señala se tiene las siguientes variedades:

- a) Variedades para la producción de concentrados, que precisan variedades con bayas de color rojo vivo, provistas de surcos, a fin de que resistan los transportes y permitan el lavado de la piel durante la elaboración industrial.

- b) Variedades para conserva de tomate al natural pelado. Las variedades indicadas para este uso deben tener, ante todo, bayas de forma alargada, que permitan un fácil pelado y una fácil colocación en los potes.
- c) Variedades para consumo en fresco. Las características exigidas para las variedades de mesa deben ser las que demanden los mercados extranjeros. El tamaño de la baya debe ser medio y la producción muy uniforme; tipos redondas lisas, el pedúnculo y cáliz deben desprenderse fácilmente del fruto.

1.1.5. Descripción botánica

Casas (1,981) señala la siguiente descripción:

a) Raíz

El sistema radicular es fusiforme, consta de una raíz principal de la que salen raíces principales fibrosas.

b) Tallo

El tallo es herbáceo y adquiere mayor consistencia conforme avanza su estado de maduración. Durante el periodo de desarrollo se mantiene erguido, hasta que el propio peso lo recuesta sobre el suelo y se vuelca.

c) Hojas

La disposición de las hojas sobre los tallos es alterna, estas son compuestas, imparipennadas, pecioladas; miden de 10 a 40 centímetros de largo, de color verde grisáceo y con abundantes pelos glandulosos que despiden mal olor como el tallo.

d) Flores

Las flores son hermafroditas, actinomorfas, dispuestas en un racimo simple, bifurcado o dicótomo, o en racimos policótomos (más de 2 bifurcaciones). El racimo simple se presenta con mayor frecuencia en la parte inferior de la planta, y los otros tipos son más comunes en la parte superior. El número de inflorescencias varía de 4 a 12 o más. La antesis floral ocurre gradualmente, de modo que en un racimo puede haber flores como frutos en diferentes etapas de desarrollo.

e) Fruto

El fruto es una baya de forma variada. Puede ser globular, esférico alargado, o periforme. El tamaño varía de 2 gramos como el tomate cereza, a 500 gramos, como el de las variedades para el consumo fresco. El fruto es carnoso, glabro, algo aplanados por sus caras o surcados, dependiendo del cultivar o especie. El color de los frutos depende de la cantidad total de pigmentos carotenoides (Licopina y B-caroteno). Los colores que presentan pueden ser variados, amarillos, anaranjados, rojos, verdes o blanquecinos.

El fruto es de piel, pulpa, placenta y semillas. La epidermis, está constituida por una capa de células de paredes externas, engrosadas por la cutícula.

Finalmente podemos decir que el fruto constituye la parte más importante, por lo que se cultiva esta planta, y es consumida en forma fresca o es dedicado a fines industriales, siendo materia prima para las industrias del tomate procesado.

f) Semilla

Las semillas maduras son ovales y achatadas lateralmente, de tamaño variable de 3 mm a 5 mm de ancho. Las cubiertas seminales de color pajizo, cubierto por pelos cortos y duros de color grisáceo, que son restos de la capa más externa del tegumento.

1.1.6. Clima y adaptación

Van (1,981) afirma que “el tomate es una planta de clima cálido, resistente al calor y a la falta de agua, produciendo bien en climas con temperaturas de 18 °C a 26 °C, las temperaturas óptimas durante el día y de la noche, son de 22 °C y de 16 °C respectivamente. El tomate no resiste a heladas en ninguna etapa de su desarrollo. El clima húmedo, con temperaturas altas y una humedad relativa superior al 75 %, es poco apropiado, debido a que esto favorece el ataque de enfermedades fungosas”.

Anderlini (1,970) menciona que “requiere temperaturas sensiblemente altas para asegurar el ciclo total de su vegetación y llegar a madurar completamente sus frutos. La planta se desarrolla rápidamente de 14 a 31 °C, moderadamente a 33 °C y se detiene a 35 °C”.

1.1.7. Suelo

Van (1,981) manifiesta que “el tomate puede producirse en suelos con un rango bastante amplio en la reacción o pH, la reacción puede ser moderadamente acida hasta ligeramente alcalina, o sea, de pH 6.0 a pH 7.2”.

1.1.8. Manejo del cultivo

a) Preparación del terreno

Fersini (1,976) menciona que “la preparación del suelo es muy importante para el éxito en el rendimiento del cultivo. La primera labor que se realiza es arreglar el fondo del terreno, que debe estar absolutamente limpio de las malas hierbas, porque esto merma los esfuerzos físicos y económicos”.

b) Siembra

Cerna (1,994) señala que “la modalidad de siembra al trasplante permite llevar al campo plantas con adecuada altura capaces de competir con las malezas cuyas semillas comienzan a iniciar su germinación y crecimiento en condiciones de terreno húmedo. Entretanto, con la siembra directa el problema es más grave, pues la competencia se da con el riego de germinación que se da al cultivo”.

Van (1,981) menciona que “el establecimiento de un cultivo de tomate puede iniciarse en semilleros o bien mediante siembra directa en el campo definitivo. El método que se debe seguir depende de las circunstancias hortícolas prevalentes en la región”.

c) Almacigo

Van (1,981) manifiesta que “en el almacigo se siembra utiliza 2.5 g de semilla por cada metro cuadrado, que equivale a unas 800 semillas por metro cuadrado. Se siembra a una profundidad de 0.5 cm en suelos pesados y hasta una profundidad de 1.5 cm en suelos sensibles a la sequía”.

d) Distanciamiento de siembra

Ugaz et al. (2000) mencionan que el distanciamiento de siembra de tomate es entre surcos de 2.2 a 2.5 m y entre golpes a 0.20 a 0.40, 2 plantas por golpe, dos hileras de plantas por surco y siembra en surcos mellizos.

e) Trasplante

Zevallos (1,985) afirma que “el trasplante de las plántulas hacia terreno definitivo, debe de realizarse a los 45 días aproximadamente de la siembra del almacigo y trasplantarse a la mitad de la costilla del surco para evitar daños al efectuarse el riego”.

Van (1,981) manifiesta que “el momento del día más adecuado para el trasplante en cálido, es hacia el atardecer o por la noche. En caso de riego previo al trasplante, se puede trasplantar durante todo el día, igual que climas templados o durante días frescos”.

f) Abonamiento

Villarreal (1,982) señala que “antes de la siembra se debe incorporar al suelo una tercera parte de la cantidad del nitrógeno más el total de P y K; luego de 60 días del trasplante se aplica otra tercera parte de N y a los 100 días después del trasplante el resto del nitrógeno”.

Messiaen (1,979) menciona que “el tomate requiere un abonamiento orgánico de fondo y abono mineral; recomienda 200-100-200 de NPK fraccionando el nitrógeno en $\frac{1}{2}$ para la siembra, y la otra mitad a los 30 a 60 días después del trasplante”.

Bullón (1,985) refiere que “las variedades de alto rendimiento necesitan ser abonados con fórmulas de 200-160-100 de NPK. Los fertilizantes más apropiados son: Urea que contiene 46% de N, Superfosfato de calcio con 20% de P_2O_5 y Cloruro de potasio con 60% de K_2O ”.

g) Riegos

Maroto (1,986) considera que “el tomate es una planta sensible a la escasez o al exceso de riego. Los agricultores dejan transcurrir un cierto tiempo sin regar, para que las raíces profundicen y la planta sea obligada a florecer”.

Anderlini (1,970) señala que “el riego es importante para obtener una producción óptima, en los periodos de sequía las plantas no progresan en su desarrollo y hasta las flores no cuajan. Cuando las plantas están en plena floración es conveniente evitar

periodos de sequía para no provocar el corrimiento de las flores y disminuir la producción”.

Fersini (1,976) manifiesta que “el riego se debe realizar en el momento de la siembra, trasplante y se prolonga en periodos más o menos regulares según la frecuencia de lluvias, naturales del terreno y necesidad del cultivo”.

h) Cuidados culturales

Beingolea y Camasca (1,987) refieren que “los deshierbes se pueden realizar cada vez que aparezcan las malas hierbas, siendo de gran importancia los primeros raspados; cuando las plantas son aún pequeñas”.

Cerna (1,994) considera que “en condiciones de infestaciones homogéneas de cualquier maleza perenne, el periodo de mayor influencia negativa en el tomate ocurre entre la tercera y quinta semana después del trasplante, mientras que en infestaciones de malezas anuales el periodo se amplía desde la tercera semana hasta la floración u octava semana después del trasplante debido a que se producen re infestaciones poblacionales, más aún cuando se incrementa la frecuencia de riegos. Además, sobre el control mecánico considera que puede realizarse de dos modalidades, en forma manual o en forma mecanizada con el objeto de cortar parte de la planta ocasionando su muerte o disminuye su capacidad competitiva y en otros casos se ejecuta para desprender las malezas del suelo”.

i) Aporque

Fersini (1,976) señala que “el aporque consiste en aplicar una cierta cantidad de tierra alrededor de las plantas para defenderlas, contra la sequía y proteger las raíces más superficiales, favoreciendo el surgimiento de otras. Por otro lado, defender contra las heladas y aumentar la resistencia de tallos débiles”.

Zevallos (1,985) señala que “el aporque es el trabajo de campo que tiene el objeto de alejar la planta del surco de riego, evitar la pudrición y el ataque de los hongos. El primer aporque se debe realizar a los 30 días después del trasplante y luego a los 2 meses del trasplante aprovechando la segunda dosis de nitrógeno”.

Maroto (1,986), considera que “con el aporque se consigue que las plantas emitan raíces adventicias, facilitando su desarrollo y anclaje, suele realizarse a los 3 a 4 semanas de haber realizado el trasplante”.

j) Soporte o tutores

Van (1,981) manifiesta que “el sistema de plantas tutoradas se usa para el consumo directo. Este tipo requiere de variedades de tipos indeterminados. El sistema de plantas acostadas predomina en la producción de tomate para la industria, este sistema exige variedades cuyo fruto no se deteriore al estar en contacto con el suelo, exige de zonas semiáridas o regiones de clima seco para este tipo de cultivo”.

k) Poda

Van (1,981) menciona que “la poda consiste en eliminar los brotes laterales con el fin de conservar el tallo principal. El tomate de crecimiento tipo determinado no requiere poda, porque es de floración apical. Por ello, se controla a sí misma”.

l) Cosecha

Van (1,981) afirma que “la primera cosecha de una variedad precoz se realiza a los 70 días después del trasplante. De una variedad tardía, bajo condiciones de crecimiento lento, se obtiene la primera cosecha a los 100 días después del trasplante”.

Janick (1,965) señala que “los tomates destinados para el consumo fresco, son recolectados cuando se hallan de color ligeramente rosado, a partir del cual maduran de una forma natural fuera de la planta. Los tomates pueden ser igualmente recolectados en estado verde, ser almacenados y maduran de una forma artificial”.

m) Clasificación

Van (1,981) menciona que “la clasificación se realiza de acuerdo al tamaño, calidad y color de la piel. También señala que la clasificación según el tamaño, varía de acuerdo a la región, exigencias del mercado y características de la variedad del tomate”.

n) Rendimiento

García (1,959) manifiesta que “los rendimientos de tomate pueden llegar a 50 toneladas por hectárea, cuando en el abonamiento se incluye el estiércol y el abono químico de manera adecuada”.

Bullón (1985) señala que “el rendimiento de las variedades de consumo fresco en plantas tutoradas es de 30 t/ha y en las variedades industriales el rendimiento es de 40 t/ha”.

Maroto (1986) señala que “el rendimiento en término medio de las variedades de consumo fresco es de 40 t/ha; y en variedades híbridas de mayor precocidad con técnicas forzadas de 70 t/ha en invernaderos de 100 t/ha”.

o) Control de plagas y enfermedades

• Plagas

Villarreal (1,982) afirma que “los insectos más peligrosos del tomate, son los que transmiten las enfermedades virósicas, tales como: áfido (*Mysus persicae*) transmisor del enrollamiento de las hojas, la mosca blanca (*Bemisia tabasi*) transmisora del encrespamiento de las hojas y el trips (*Trips tabasi*) transmisor del virus del enrollamiento manchado”.

Zevallos (1,985) afirma que “la principal plaga que causa daño al tomate es el gusano de tierra o cortador que causan las larvas atacando las hojas, tallos y frutos. Se controlan con una buena preparación del terreno y control químico”.

• Enfermedades bióticas

Bazán (1,975) manifiesta que “los factores limitantes de este cultivo, son principalmente las enfermedades y los más importantes son: El hongo fungoso y nematodos que actúan en forma compleja con los hongos (*Fusarium* sp.) y (*Verticilium* sp.). El síntoma que producen es un completo marchitamiento”.

García (1,959), señalan que “la rancia es producido por el hongo denominado (*Phytophthora infestans*), produciendo manchas amarillas y más tarde manchas negruzcas de forma irregular sobre el haz de las hojas posteriormente las hojas atacadas se agrupan y se desecan rápidamente si el tiempo es seco”.

• Enfermedades abióticas

Rodríguez (1,982) manifiesta que “la caída de las flores es una enfermedad fisiológica, es causa de que las plantas sean sometidas a una baja humedad, altas temperaturas y vientos cálidos y la excesiva fertilización nitrogenada”.

Maroto (1,986) señala que “entre las enfermedades fisiológicas a las precipitaciones de granizo que resulta muy peligrosa cuando la planta está más desarrollada, provocando el rompimiento de las hojas, tallos y flores y los frutos dañados quedan despreciados comercialmente. También señala al soleamiento excesivo en la superficie del fruto que causan manchas de color blanquecina”.

Van (1,981) afirma que “las enfermedades fisiogénicas, pueden ser causadas por deficiencias de nutrientes o desordenes nutricionales y factores adversos del clima”.

1.2. ANTECEDENTES

Van (1,981) manifiesta que:

La distancia de trasplante y la densidad de plantas por hectárea depende principalmente del sistema de cultivo y de la variedad del tomate. Igualmente remarca que la óptima densidad de siembra, para el sistema de plantas acostadas, es de 40 000 a 60 000 plantas/ha según las características de la variedad. Las distancias entre plantas pueden ser 25 x 150 cm, o distancias de 20 x 90 o 25 x 100 cm, según la variedad y la densidad para el sistema de plantas tutoradas varía entre 15 000 y 35 000 plantas por hectárea.

Ferrah (1,975) afirma que:

La densidad de plantas es muy importante para la penetración de la luz, cuando es deficiente las plantas resultan raquílicas, los tallos crecen demasiado ligeros a comparación de las hojas. A una excesiva penetración de luz puede producir quemadura de los frutos y una acumulación de almidón en las hojas.

Maroto (1,986) manifiesta que “cuando el cultivo es destinado para el consumo en fresco, requiere surcos separados entre 0.8 a 1.2 m y entre plantas una distancia de 0.25 a 0.50 m”.

Messiaen (1,979) señala que “la densidad de plantas, está en función de los métodos de conducción del cultivo y variedades. Por tanto, en variedades determinadas debe utilizarse distanciamientos entre surcos de 0.6 a 1.0 m y entre plantas 24 cm, en variedades indeterminadas la distancia entre surcos de 1.0 a 1.2 m y entre plantas 33 a 40 cm”.

Villegas et al (2004) realizó un experimento sobre.

El efecto de densidades de población en el crecimiento y rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv Gabriela, en dos sistemas de producción, en invernadero y campo. En invernadero probaron cinco densidades (1.7, 3.8, 6.8, 15.4 y 66.6 plantas/m²) podadas a tres racimos florales por planta y eliminación de los brotes laterales; en campo se establecieron seis densidades (1.1, 2.2, 4.4, 8.8, 17.7 y 35.5 plantas/m²) con dos tallos y despunte hasta alcanzar 1.90 m de altura. En ambos casos se aplicó fertirrigación para evitar limitaciones por agua o nutrimentos. En los dos sistemas de producción la cantidad de biomasa por m², aumentó con la densidad de población, pero los valores máximos requirieron más unidades calor (UC) en campo que en invernadero. Así, en invernadero la máxima biomasa fue de 2.8 kg m⁻² con 66.6 plantas/m² y se alcanzó con 1885 UC, mientras que en campo la máxima fue de 2.5 kg m⁻² con 35.5 plantas/m² al acumular 2461 UC. En cambio, el rendimiento de fruto mostró una respuesta contrastante a la densidad entre los dos sistemas. En invernadero y con la densidad de 66.6 plantas/m² el tomate produjo la máxima cantidad de frutos (1620 frutos/m²) y el máximo rendimiento de fruto (80.2 kg m⁻²); el mayor rendimiento de frutos calidad exportación (diámetro ecuatorial > 6.0 cm), sin embargo, se presentó en la densidad de 6.8 plantas/m², con 202 frutos y 26.9 kg m⁻². En campo, el máximo rendimiento de fruto exportable (5.39 kg m⁻²) se obtuvo con la mínima densidad (1.1 plantas/m²). Es decir, el máximo rendimiento de fruto calidad exportación en invernadero con plantas podadas a tres racimos es cinco veces mayor que el de campo con plantas en crecimiento de tipo indeterminado (p. 1).

Barraza (2004) en tomate:

Al estudiar cuatro densidades poblacionales de 20000, 25000, 33333 y 50000 plantas·ha⁻¹ evaluó altura de planta, número de hojas, área foliar, número de frutos y rendimiento. También calcularon los índices de crecimiento: tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa de asimilación neta (TAN), tasa relativa de crecimiento (TRC), índice de área foliar (IAF) y duración del área foliar (DAF). Con la población de 50000 plantas·ha⁻¹ se obtuvo mayor altura de planta, con un promedio de 240,33 cm a los 120 días después del trasplante; mayor número de hojas, con un promedio de 196,7 a los 120 días, mayor área foliar, con promedio

de 8.109,73 cm², a los 105 días, y el mayor rendimiento de frutos por planta, con promedio de 1.699,27 g. Este mismo tratamiento (50000 plantas·ha⁻¹) presentó los más altos valores medios de (a) TCC (40,88 g·m⁻²·día⁻¹ a los 105 días después del trasplante), (b) TAN (0,00343 g·cm⁻²·día⁻¹ a los 75 días), (c) TRC (0,1532 g·g⁻¹·día⁻¹, a los 45 días), (d) IAF (4,04824 a los 105 días), y (e) DAF (56,37075 días, a los 120 días) (p.1).

Cruz (2003) en cultivo de tomate estudió densidades en dos variedades en invernadero encontró que “no hubo diferencia estadística para los híbridos, solo para densidades de plantación, obteniendo los mejores rendimientos 5,3 plantas/m² y 4 plantas/m² con 17,52 y 17,37 kg/m², respectivamente, lo que representó en promedio un rendimiento de 151,6 t/ha” (p. 1).

Vera (2013) estudiando tomate en una zona árida de Arequipa, encontró que,

Los tratamientos con mayor número y peso promedio de frutos por planta fueron T4 (3 brazos y 9 259 plantas·ha⁻¹) teniendo 30,18 frutos con 3 660,76 g; y T7 (4 brazos y 9 259 plantas·ha⁻¹) con 31,13 frutos y 3 630,37 g; y el menor valor lo obtuvo el T5 (4 brazos y 27 778 plantas·ha⁻¹) con 18,79 frutos y 1 924,15 g. Entre los valores del diámetro longitudinal del fruto no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, teniendo valores que van desde 75,05 mm a 71,03 mm en promedio durante todas las cosechas. El rendimiento comercial más alto lo obtuvo el tratamiento T2 (3 brazos y 27 778 plantas·ha⁻¹) con 212,52 t·ha⁻¹, y el menor es para el testigo T1 (sin poda-sin tutorado y 13 889 plantas·ha⁻¹) con 115,82 t·ha⁻¹, entre frutos de primera y segunda. En rendimientos de segunda, el valor más alto lo obtuvo el T2 (3 brazos y 27 778 plantas·ha⁻¹) con 54,06 t·ha⁻¹ y el menor valor es para el T4 (3 brazos y 9 259 plantas·ha⁻¹) con 29,98 t·ha⁻¹. En rendimiento de tercera el T4 (3 brazos y 9 259 plantas·ha⁻¹) obtuvo el valor más bajo con 3,54 t·ha⁻¹ y el T5 (4 brazos y 27 778 plantas·ha⁻¹) alcanzó el mayor valor con 10,86 t·ha⁻¹, muy seguido del T2 (3 brazos y 27 778 plantas·ha⁻¹) con 10,36 t·ha⁻¹. Rendimientos de descarte más bajos son 0,90 t·ha⁻¹ y 1,00 t·ha⁻¹, los cuales pertenecen a los tratamientos T4 (3 brazos y 9 259 plantas·ha⁻¹) y T7 (4 brazos y 9 259 plantas·ha⁻¹) respectivamente y; el valor más alto lo obtuvo el T5 (4 brazos y 27 778 plantas·ha⁻¹) con 1,80 t·ha⁻¹. El mayor índice de rentabilidad lo obtuvo el tratamiento T2 (3 brazos y 27 778 plantas·ha⁻¹)

¹) con 10,96, superando a todos los tratamientos, seguida del testigo T1 (sin poda-sin tutorado y 13 889 plantas.ha⁻¹) con 10,28, a pesar de que este último obtuvo el rendimiento más bajo, debido a que no se invirtió en material ni en mano de obra que demandaron los demás tratamientos en estudio. (p. 12-13)

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, ubicada en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho a una altitud de 2,750 msnm, encontrándose entre las coordenadas geográficas de 13° 08' Latitud sur y 74° 32' Longitud oeste.

2.2. HISTORIA DEL TERRENO

El terreno topográficamente tiene una pendiente de 2%. En la campaña agrícola anterior se cultivó col con un nivel de abonamiento bajo.

2.3. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

Se realizó en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, las muestras se tomaron de diferentes puntos del terreno de una profundidad de 20 cm, las cuales previamente homogenizadas en la cantidad de 1 kg de suelo llevado al laboratorio para su análisis, obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 2.1. Características físicas y químicas del suelo (Canaán, 2,750 msnm)

Característica	Cantidad	Método	Interpretación (Ibáñez y Aguirre)
pH	7.4	Potenciometría	Ligeramente básico
Materia orgánica (%)	1.59	Walkley Black	Nivel pobre
Nitrógeno total (%)	0.08	Kjeldahl	Nivel pobre
Fósforo disponible (ppm)	2.11	Bray-Kurtz	Nivel pobre
Potasio disponible (ppm)	163	Turbidimetría	Nivel medio
Arena (%)	43.59		
Limo (%)	17.2	Bouyoucos	Clase textural:
Arcilla (%)	39.21		franco arcilloso

Según la metodología propuesta por Ibáñez y Aguirre (1,983), el contenido de materia orgánica, nitrógeno total y fósforo disponible son pobres; el potasio disponible, corresponde a un nivel medio y el pH corresponde a ligeramente básico; finalmente la textura del suelo es franco arcilloso.

Para el cálculo de la fórmula de fertilización, se utilizó los datos de análisis de suelos y extracción del cultivo de tomate para una cosecha de 40,000 kg ha⁻¹ de frutos, con lo cual se obtuvo una fórmula de fertilización química de 160 – 140 – 20 de NPK.

2.4. CLIMA

Los datos climatológicos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco, propiedad de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, situada a una altitud de 2,761 msnm, encontrándose en las coordenadas 13° 08' Latitud Sur y 74° 13' Longitud Oeste en el distrito de Ayacucho.

De acuerdo a la clasificación brindada por la Oficina Nacional de Recursos Naturales (1,976), el lugar donde se realizó el presente trabajo experimental corresponde a una formación estepa espinoso Montano Bajo Subtropical (ee – MBS).

En el Tabla 2.2, se muestran los datos meteorológicos de los meses de junio del 2005 a mayo del 2006, donde la temperatura, máxima, media y mínima promedio es de 25.29; 17.12 y 8.96 °C respectivamente. El rango de temperaturas encontradas está dentro de los requerimientos óptimos para el cultivo de tomate, que concuerdan con Anderlini (1,970) y Van (1,981). La precipitación anual fue de 446.70 mm. El balance hídrico (Figura 2.1), muestra que hubo déficit de agua durante los meses de abril a junio y hubo adecuada humedad en los meses de diciembre del 2005 a marzo de 2006.

Tabla 2.2. Temperatura máxima, media, mínima, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2006 - 2007, de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco de la UNSCH – Ayacucho

AÑO	2 006					2 007							Total	Prom
	MESES	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun		
T max	24.3	25.1	27.8	28.1	25.8	25.9	25.1	23.6	24.3	24.3	25.0	24.2	25.3	
T min	6.8	8.3	9.3	9.8	11.6	11.4	10.4	11.6	10.4	7.3	4.6	6.0	9.0	
T media	15.6	16.7	18.6	19.0	18.7	18.6	17.7	17.6	17.3	15.8	14.8	15.1		
Factor	5.0	4.8	5.0	4.8	5.0	5.0	4.6	5.0	4.8	5.0	4.8	5.0		
ETP(mm)	77.1	80.2	92.0	91.0	92.8	92.4	82.2	87.3	83.3	78.4	71.2	74.9	1002.6	0.446
Pp (mm)	3.6	4.2	11.6	28.0	83.8	66.2	54.9	151.5	34.0	2.5	0.0	6.4	446.7	
ETP Ajust. (mm)	34.4	35.7	41.0	40.5	41.3	41.2	36.6	38.9	37.1	34.9	31.7	33.4		
H del suelo (mm)	-30.8	-31.5	-29.4	-12.5	42.5	25.0	18.3	112.6	-3.1	-32.4	-31.7	-27.0		
Déficit (mm)	-30.8	-31.5	-29.4	-12.5					-3.1	-32.4	-31.7	-27.0		
Exceso (mm)					42.5	25.0	18.3	112.6						

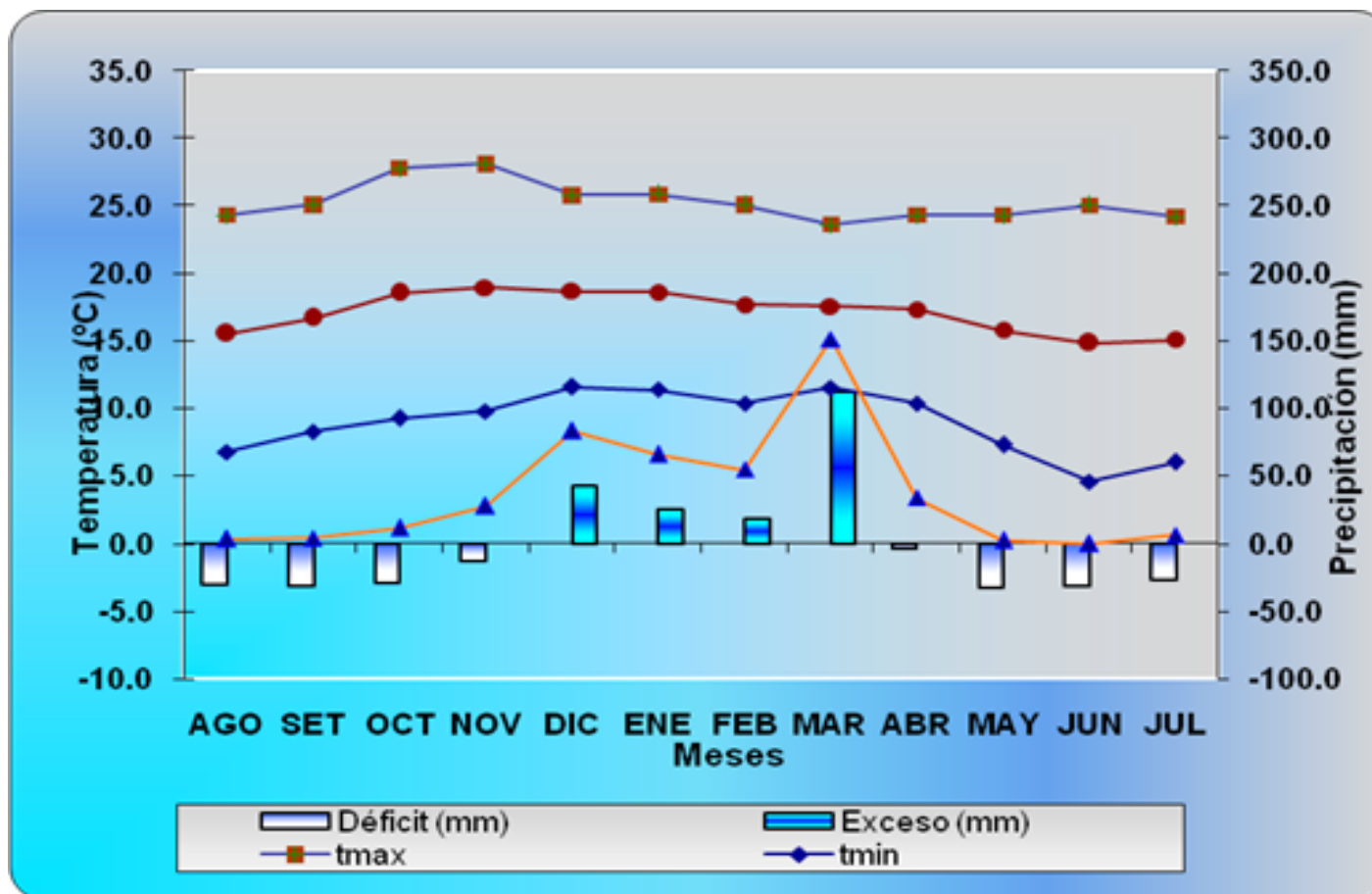


Figura 2.1. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la Campaña agrícola 2,005 - 2,006, de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco de la UNSCH – Ayacucho

2.5. MATERIAL EXPERIMENTAL

La variedad Río Grande que se utilizó como material genético tiene las siguientes características son:

- Porte determinado.
- Semitardío.
- Adaptado a la recolección mecanizada.
- Crecimiento vigoroso.
- Forma de fruto alargado liso.
- Peso promedio de fruto 65.9 g.
- Resistente al transporte.

2.6. FACTORES ESTUDIADOS

2.6.1. Tipos de surcado (S)

- s_1 Surco Simple (0.80 m)
- s_2 Surco mellizo (0.80 m entre par y 0.40 m entre mellizos).

2.6.2. Densidad de plantas (D)

- $d_1 = 1$ tallo por golpe
- $d_2 = 1$ tallo por golpe-2 ramas
- $d_3 = 2$ tallos por golpe
- $d_4 = 3$ tallos por golpe
- $d_5 = 2$ tallos por golpe-4 ramas

2.7. TRATAMIENTOS

Los tratamientos establecidos se indican a continuación:

Tabla 2.3. Tratamientos y descripción

Código	Tratamiento	Descripción
T ₁	s1 * d1	Surco simple x 1 tallo
T ₂	s1 * d2	Surco simple x 1 tallo-2 ramas
T ₃	s1 * d3	Surco simple x 2 tallos
T ₄	s1 * d4	Surco simple x 3 tallos
T ₅	s1 * d5	Surco simple x 2 tallos-4 ramas
T ₆	s2 * d1	Surco mellizo x 1 tallo
T ₇	s2 * d2	Surco mellizo x 1 tallo-2 ramas
T ₈	s2 * d3	Surco mellizo x 2 tallos
T ₉	s2 * d4	Surco mellizo x 3 tallos
T ₁₀	s2 * d5	Surco mellizo x 2 tallos-4 ramas

2.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para establecer el experimento, así como distribuir las unidades experimentales y realizar el análisis estadístico se utilizó el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 2S x 5D con 10 tratamientos y 4 repeticiones.

El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \delta_j + \alpha_k + (\delta_j \alpha_k) + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} : Variable de respuesta del i-ésimo tipo de surcado, j-ésimo densidad de plantas, en el k-ésimo bloque

μ : Media general

β_i : Efecto del i-ésimo bloque

δ_j : Efecto de la j-ésimo tipo de surcado

α_k : Efecto de k-ésima densidad de plantas

$(\delta_j \alpha_k)$: Efecto de la interacción de tipo de surcado x densidad de plantas

ε_{ijk} : Error

2.9. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

a) Bloques

Número de bloques del experimento : 04

Largo del bloque : 24 m

Ancho del bloque : 4 m

Distancia entre bloques : 1.5 m

Área del bloque : 94 m²

b) Parcelas experimentales

Número de parcelas por bloque : 10

Número total de parcelas : 40

Ancho de parcela : 2.4 m

Largo de la parcela : 4 m

Número de surcos por parcela : 2 (surco mellizo) y 4 (surco simple)

Distancia entre surcos : 0.8 m (surco simple), 0.8 y 0.4 m (surco mellizo)

c) Área total del experimento : 376 m²

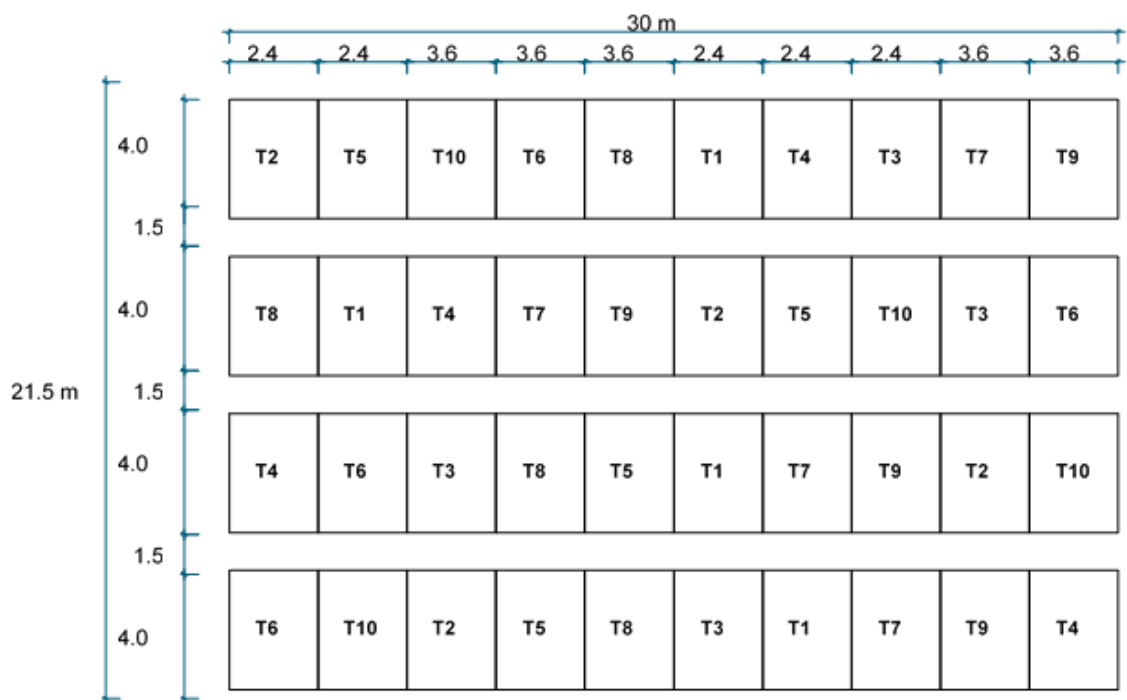


Figura 2.2. Croquis del campo experimental

2.10. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.10.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno definitivo se realizó el 15 de junio del 2005 con una pasada de arado de discos y dos pasadas de rastra de discos, luego se procedió al nivelado y mullido con rastrillos a fin de proporcionar a la planta las condiciones físicas adecuadas para su crecimiento y desarrollo.

2.10.2. Surcado y marcado del terreno

El surcado se efectuó el 30 de junio del 2005 con la ayuda de un tractor agrícola a una distancia de 0.80 m entre surcos, posteriormente se procedió a realizar la demarcación de bloques, parcelas y calles con yeso y estacas; utilizando una cinta métrica y cordel.

a) Siembra de tomate a surco simple

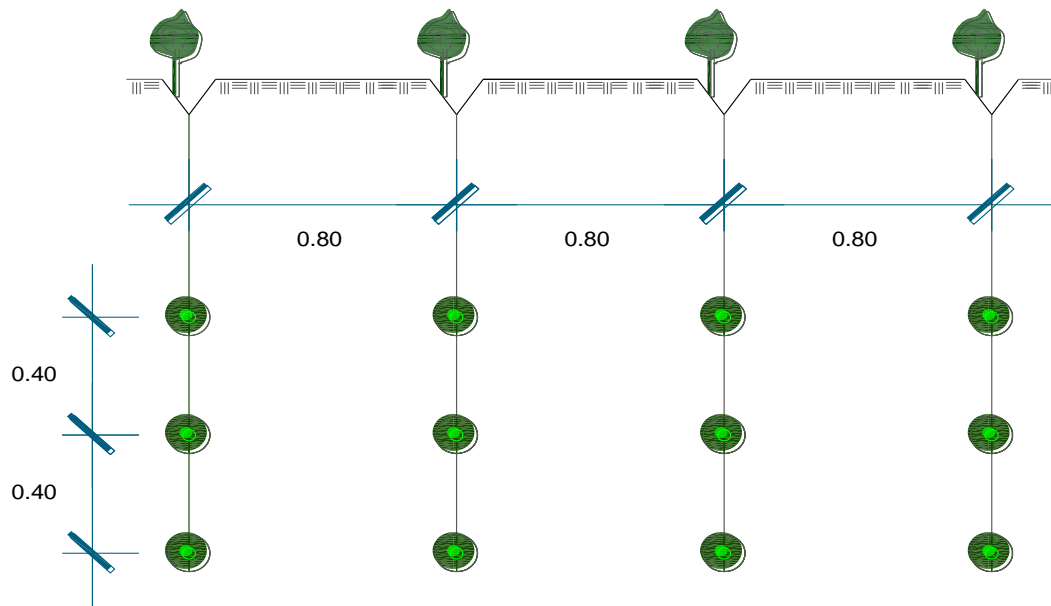


Figura 2.3. Siembra de tomate a surco simple

b) Siembra de tomate a surco mellizo

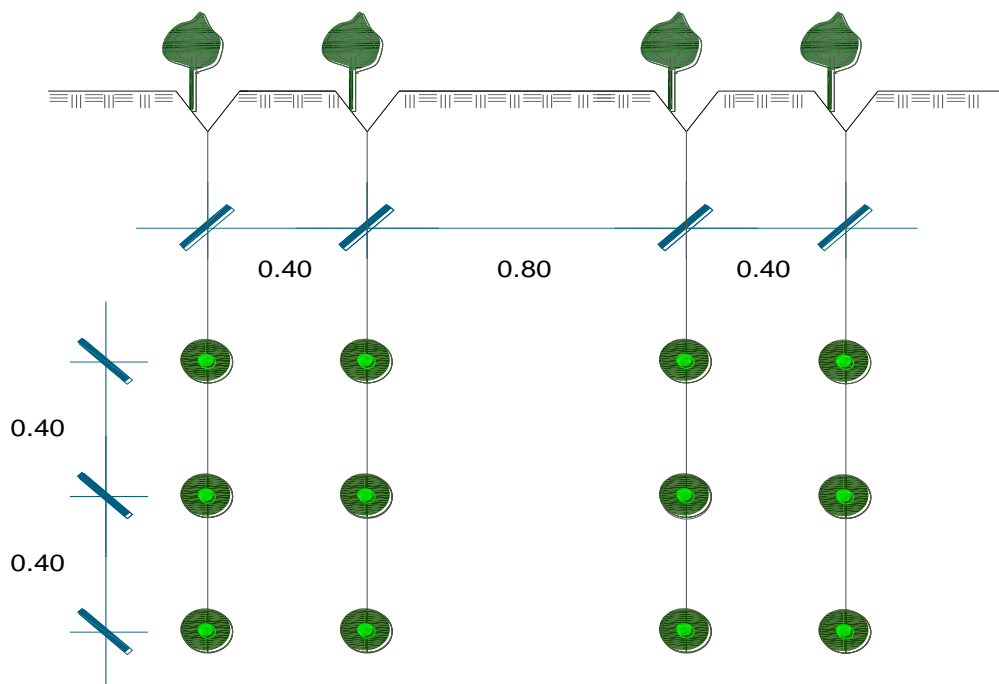


Figura 2.4. Siembra de tomate en surcos mellizos

2.10.3. Abonamiento

Tomando como base, los resultados del análisis de suelo y extracción de nutrientes del cultivo de tomate para un rendimiento de 40 t ha⁻¹ estimado en 110-30-160 de NPK y siguiendo la metodología propuesta por Ibáñez y Aguirre (1,983), se determinó la fórmula de fertilización: 160 – 140 – 20 de NPK, la cual se aplicó en forma fraccionado en dos momentos; a la siembra, la primera dosis aplicado por golpes: 1/2 de N, todo el P y todo el K (80-160-20 de NPK) y al momento de aporque la segunda dosis: 1/2 del N (80 N). Como fuentes de fertilizantes, se utilizó la urea agrícola (46% de nitrógeno), fosfato di amónico (18 % de P₂O₅ y 46% de N) y cloruro de potasio (60% de K₂O). La primera dosis de la mezcla de fertilizantes se colocó al fondo del surco, mientras que la segunda dosis se colocó a la altura del cuello de la planta. La aplicación de fertilizantes se efectuó el 15 de julio y 22 de setiembre de 2005, respectivamente.

2.10.4. Siembra

La siembra fue directa y se realizó el 15 de julio del 2005, teniendo en cuenta la randomización del experimento, para lo cual se sembró hasta 5 semillas/golpe, distanciados a 0.4 m. La resiembra se realizó el 06 de agosto. A los 25 días después de la siembra se procedió con el desahíje dejando tres plantas por golpe.

2.10.5. Raleo

Se realizó a los 30 días después de la siembra, dejando el número de plantas de acuerdo a los tratamientos establecidos. En el caso de los tratamientos t2 y t5, se realizó el despunte del plantín para estimular y formar 2 ramas por cada planta o tallo. También se realizó la práctica del “pelliscado” de las ramas en las plantas de todos los tratamientos para evitar el crecimiento de ramas laterales y promover la formación de un solo tallo o arbolito o tallo por planta.

2.10.6. Riegos

Antes de la siembra se realizó el riego de “enseño” el día 14 de julio del 2005; los siguientes cuatro riegos se realizaron a intervalos de cuatro días hasta la emergencia de todas las semillas sembradas, luego la frecuencia de los riegos se amplió a siete días hasta la primera cosecha. Las fechas de riego fueron: 07, 15, 22, 30 de agosto; 07, 15, 22, 30 de setiembre; 07,15, 22 y 30 de octubre y 07 de noviembre de 2005.

2.10.7. Aporque

Esta labor se realizó el 22 de setiembre de 2005 (67 días DS), para darle mayor soporte i evitar el tumbado de las plantas, estimular la formación de las raíces y aislar el agua de riego del cuello de la planta y administrar la segunda dosis del fertilizante nitrogenado por golpes.

2.10.8. Deshierbo

Los deshierbes se realizaron de acuerdo a la incidencia de las malezas, cuidando siempre que no compitan con el cultivo por nutrientes, agua y espacio. El primer deshierbo se realizó el día 04 de agosto de 2005. El segundo deshierbo se realizó el 21 de setiembre de 2005.

2.10.9. Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas con características masticadora y/o chupadora se aplicó Sukkoi (insecticida agrícola) a una dosis de 600 ml/200 lt de agua; mientras que para el control de enfermedades como la chupadera o Rizoctoniasis, racha y para la mancha azul del tomate se aplicó Ridomil Gold Mz 68 WP (Metaxil M + Mancozeb) fungicida de acción sistémica de contacto polvo mojable a una dosis de 2 kg ha⁻¹ y Curzate M8 (Mymoxanil + Mancozeb) polvo mojable a una dosis de 2.5 kg ha⁻¹ , se acompañó la aplicación con adherente agrícola a una dosis de 8 ml/20 lt de agua. Las aplicaciones fueron preventivas y de control.

2.10.10. Cosecha

La cosecha fue escalonada conforme los frutos de tomate entraban en madurez de cosecha (Fruto pintón). La cosecha se realizó en nueve oportunidades, iniciándose a los 118 días. La secuencia de las cosechas fue semanalmente. La última cosecha se realizó el día 08 de enero del 2006. Las cosechas se realizaron en forma manual y de toda la unidad experimental (9.6 m²), luego se clasificaron los frutos por categorías: primera, segunda y frutos no comerciales.

2.11. VARIABLES EVALUADAS

a) Días a la floración

Se consideró el número de días, desde el momento de la emergencia de plantas hasta que más del 50 % de plantas de la parcela presentaron una flor abierta.

b) Días a madurez comercial de frutos

Se consideró el número de días desde el momento de la emergencia de plantas hasta que más del 50% de plantas de la parcela presentaron los primeros frutos para cosechar.

c) Altura de planta

En cinco plantas competitivas se midió la altura de las plantas en centímetros, desde el cuello hasta el extremo más alto de follaje, reportando el promedio de la altura; para tomar la medida se utilizó cinta métrica.

d) Racimos por planta

Se registraron en las plantas del surco central todos los racimos con frutos, luego se reportó el promedio por planta.

e) Frutos por planta

Se cosecharon todos los frutos maduros de las plantas de los surcos centrales de las parcelas, luego se procedió al conteo y se reportó el promedio por planta.

f) Frutos por racimo

Se registraron los frutos maduros por racimo de las plantas de los surcos centrales de las parcelas y se reportó el promedio de frutos por racimo.

g) Rendimiento total de frutos en kg ha⁻¹

Se realizó la cosecha de frutos maduros de todas las plantas de los surcos centrales cada parcela, en una balanza calibrada con aproximación de 5g, luego se extrapoló el rendimiento para una hectárea de cada unidad experimental o parcela.

h) Rendimiento de frutos de categoría primera en kg ha⁻¹

De la cosecha de frutos maduros de tomate por parcela, se seleccionaron frutos de categoría primera con peso igual o mayor a 85 g, y se pesaron en una balanza calibrada con aproximación de 5g, luego se extrapolaron para estimar el rendimiento de frutos de primera categoría por hectárea.

i) Rendimiento de frutos de categoría segunda en kg ha⁻¹

De la cosecha de frutos de tomate por parcela, se seleccionaron frutos de la categoría segunda con peso entre 45 a 85g y se pesaron en una balanza calibrada con

aproximación de 5g, luego se extrapolaron para estimar el rendimiento de frutos de segunda categoría por hectárea.

j) Rendimiento de frutos de categoría tercer en kg ha⁻¹

De la cosecha de frutos de tomate por parcela, se seleccionaron frutos de la categoría tercera con peso de 30 a 45 g, que se pesaron en una balanza calibrada con aproximación de 5g y extrapolaron para estimar el rendimiento de frutos de tercera categoría por hectárea.

k) Rendimiento de frutos de categoría cuarta en kg ha⁻¹

De la cosecha de frutos de tomate por parcela, se seleccionaron frutos de categoría cuarta con peso menor a 30 g, que se pesaron en una balanza calibrada con aproximación de 5g y extrapolaron para estimar el rendimiento de frutos de cuarta categoría por hectárea.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DÍAS A FLORACIÓN

En la Tabla de ANVA 3.1 se aprecia que no existe significación en ninguna de las fuentes de variación estudiados, o sea, que los tipos de surcado, así como las densidades de plantas no influyen estadísticamente en los días de presentación de la floración en el cultivo de tomate en las condiciones de Canaán. En promedio la floración ocurre entre los 59.5 y 67.2 días.

Se puede interpretar que los factores que inciden en el inicio de la floración, además del abonamiento nitrogenado no tuvieron incidencia en esta característica.

El coeficiente de variación 14.90 % nos indica que el experimento tiene buena precisión.

Tabla 3.1. ANVA de días a floración de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho

F. Variación	G.L.	SC	CM	FC	Pr>F
Repetición	3	245.0750	816917	0.85	0.4777 ns
Surcado	1	99.2250	99.2250	1.04	0.3180 ns
Densidad	4	381.4000	95.3500	0.99	0.4274 ns
Inter (S x D)	4	352.9000	88.2250	0.92	0.4665 ns
Error	27	2588.1750	95.8583		
Total	39	3666.7750			

C. V. = 14.90 %

Con relación a los días de floración en el tomate, Tomairo (1992) menciona que la variedad Río Grande alcanzó a los 69.7 días la floración, en Canaán, además menciona que a mayor densidad de plantas es menor los días a la floración del cultivo de tomate, siendo este valor ligeramente mayor a lo obtenido en este trabajo de investigación, con

67 días, que podría deberse a las condiciones climáticas imperantes en la campaña, esto es temperaturas ligeramente mayores que aceleran el metabolismo vegetal.

Vílchez (2004), en su trabajo de investigación con deshierbes en tomate encontró corto periodo en días a la floración para el tratamiento testigo, sin fertilización, con sólo 32 días, lo cual corrobora el acelerado proceso en la floración del tomate al no tener nutrientes necesarias el cultivo.

3.2. DÍAS A MADUREZ COMERCIAL DE FRUTOS

En la Tabla de ANVA 3.2 se aprecia que solo existe significación en la fuente de variación de densidades de plantas estudiados para la variable de días a la madurez fisiológica, mas no en las otras variables estudiadas. Esto quiere decir que las densidades de plantas influyeron de manera significativa en los días a la madurez fisiológica del cultivo de tomate, bajo las condiciones de Canaán.

El coeficiente de variación es aceptable para experimentos de campo, o sea el experimento tuvo buena precisión.

En la Prueba de contrastes de Tukey de los promedios de días a la madurez comercial del cultivo de tomate en Canaán, se comprobó que entre los sub factores d1-1 tallo al d4-3 tallos no existen diferencias entre ellos, con rango de 114.8 a 114.5 días; pero si difieren de d5-2 tallos y 4 ramas. Así mismo entre d2-1 tallo y 2 ramas y d5-2 tallos y 4 ramas, tampoco existen diferencias. El rango de días a la madurez comercial es de 113.6 a 114.6 días.

Tabla 3.2. ANVA de días a madurez comercial de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho

F. Variación	G.L.	SC	CM	FC	Pr>F
Repetición	3	0.8750	0.2917	1.07	0.3792ns
Surcado	1	0.0250	0.0250	0.09	0.7642ns
Densidad	4	5.6500	1.4125	5.17	0.0032 **
Inter (S x D)	4	0.8500	0.2125	0.78	0.5492ns
Error	27	7.3750	0.2731		
Total	39	14.7750			

C. V. = 0.45 %

El tipo de surcado en tomate no influyó en el inicio de la madurez comercial de los frutos debido a que todas las plantas recibieron cantidades similares de abonamiento nitrogenado y la incidencia de luz solar fue también similar debido a que el porte de las plantas no fue frondoso y que produzca sombra entre plantas.

Tabla 3.3. Prueba de Tukey (0.05), de días a madurez fisiológica con cinco densidades de plantas en tomate. Canaán. Ayacucho

Factor	Promedio (Días)	ALS
d1-1 tallo	114.6	a
d4-3 tallos	114.6	a
d3-2 tallos	114.5	a
d2-1 tallo y 2 ramas	114.2	a b
d5-2 tallos y 4 ramas	113.6	b

3.3. DÍAS A LA MADUREZ DE COSECHA

En la Tabla de ANVA 3.4 se aprecia que existe significación en la Fuentes de variación de densidades de plantas, o sea, que las densidades de plantas del cultivo de tomate influyen estadísticamente en los días a la madurez de cosecha del cultivo de tomate bajo las condiciones de Canaán.

Tabla 3.4. ANVA de días a madurez de cosecha con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas en tomate. Canaán, Ayacucho

F. Variación	G.L.	SC	CM	FC	Pr>F
Repetición	3	0.3000	0.1000	0.12	0.94ns
Surcado	1	1.6000	1.6000	2.04	0.16ns
Densidad	4	11.1500	2.7875	3.55	0.01*
Inter (S x D)	4	1.6500	0.4125	0.52	0.71ns
Error	27	21.2000	0.7852		
Total	39	35.9000			

C. V. = 0.73 %

Al realizar la Prueba de contraste de Tukey de los promedios de días a la madurez de cosecha en el cultivo de tomate, se encontró que d4-3 tallos con 121.8 días, es similar a d5-2 tallos y 4 ramas y d3-2 tallos, pero difiere de d2-1 tallo y 2 ramas y d1-1 tallo; así también entre d5-2 tallos y 4 ramas, d3-2 tallos, d2-1 tallo y 2 ramas y d1-1 tallo, no hubo diferencias entre ellos, con un rango de 121 a 120 días hasta la cosecha.

Tabla 3.5. Prueba de Tukey (0.05), de días a cosecha con cinco densidades de plantas en tomate. Canaán. Ayacucho

Factor	Promedio (Días)	ALS
d4-3 tallos	121.8	a
d5-2 tallos y 4 ramas	121.0	a b
d3-2 tallos	121.0	a b
d2-1 tallo y 2 ramas	120.5	b
d1-1 tallo	120.3	b

3.4. ALTURA DE PLANTA

En la Tabla de ANVA 3.6 se aprecia que no existe significación para las fuentes tipos de surcado y la interacción, surcado por densidades de plantas y solo existe significación estadística en altura de planta en la fuente de densidades de plantas de tomate, también existe significación entre repeticiones, o sea, que las densidades de siembra influyen estadísticamente en la altura de planta de tomate bajo las condiciones de Canaán.

El coeficiente de variabilidad 3.83 % es aceptable para experimentos de campo; este parámetro nos mide la confiabilidad o precisión del experimento.

Tabla 3.6. ANVA de altura de planta de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho

F. Variación	G.L.	SC	CM	FC	Pr>F
Repetición	3	8.5550	2.8517	4.24	0.01*
Surcado	1	1.2250	1.2250	1.82	0.18 ns
Densidad	4	8.4000	2.1000	3.12	0.03*
Inter (S x D)	4	6.4800	1.6200	2.41	0.07 ns
Error	27	18.1550	0.6724		
Total	39	42.8150			

C. V. = 3.83%

Los tipos de surcado no influyeron en la altura de planta tomate lo que se atribuye a que las plantas tuvieron suficiente espacio para su desarrollo y no hubo competencia por espacio y el autosombriamiento fue mínimo entre plantas.

Tabla 3.7. Prueba de Tukey (0.05) de altura de planta con cinco densidades de plantas en tomate. Canaán. Ayacucho

Factor	Promedio (cm)	ALS
d5-2 tallos y 4 ramas	53.3	a
d2-1 tallo y 2 ramas	53.1	a
d1-1 tallo	53.0	a
d3-2 tallos	52.7	a
d4-3 tallos	52.6	a

En la prueba de Tukey (0.05) de altura de planta de tomate, las densidades de plantas no presentan diferencias entre sí. El rango de altura de planta varía entre 52.6 y 53.3 cm.

La altura de planta está dentro de las características estudiadas en la UNA La Molina (2000), que se encuentra dentro de un rango de 0.5 a 0.8 metros, demostrando así que los resultados obtenidos en este trabajo están dentro de ese rango, con 0.526 y 0.534 m.

Terry (2006), en su trabajo de investigación en micorrizas y Azotobacterias obtuvo la mayor altura de planta con biofertilización.

3.5. NUMERO DE RACIMOS POR PLANTA

En la Tabla de ANVA 3.8 se aprecia que existe alta significación estadística en número de racimos por planta en la fuente densidades de plantas del cultivo de tomate bajo las condiciones de Canaán.

Tabla 3.8. ANVA de número de racimos por planta de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho

F. Variación	G.L.	SC	CM	FC	Pr>F
Repetición	3	12.5390	4.1797	1.85	0.1621ns
Surcado	1	0.2890	0.2890	0.13	0.7234ns
Densidad	4	45.6140	11.4035	5.04	0.0036**
Inter (S x D)	4	24.4460	6.1115	2.70	0.0515ns
Error	27	61.0310	2.2604		
Total	39	1439190			

C. V. = 11.14%

El coeficiente de variabilidad 11.14%, es un valor aceptable para experimentos de campo; este parámetro nos mide la confiabilidad o precisión del experimento.

Los tipos de surcado en el cultivo de tomate que se estudiaron en el experimento brindaron suficiente espacio a las plantas, por lo que se observa entre ellas una mínima competencia interespecífica, que no pudo plasmarse en las características de crecimiento y productividad de la planta.

Tabla 3.9. Prueba de Tukey (0.05), de número de racimos por planta con cinco densidades de plantas en tomate. Canaán. Ayacucho

Factor	Promedio (N°)	ALS
d5-2 tallos y 4 ramas	15.2	a
d2-1 tallo y 2 ramas	14.0	a b
d1-1 tallo	13.1	a b
d3-2 tallos	12.9	b
d4-3 tallos	12.1	b

Al realizar la prueba de Tukey de número de racimos por planta se aprecia que entre d5-2 tallos y 4 ramas, d2-1 tallo y 2 ramas y d1-1 tallo, no existen diferencias, los que presentan 15.2, 14.0 y 13.1 racimos, respectivamente. Por otro lado, entre d2-1 tallo y 2 ramas, d1-1 tallo, d3-2 tallos y d4-3 tallos, tampoco existen diferencias, siendo el rango de este segundo grupo entre 14.0 y 12.1 racimos por planta.

3.6. NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA

En la Tabla de ANVA 3.10 se aprecia que no existe significación en ninguna de las fuentes de variación estudiados para la variable de numero de frutos/planta, salvo que existe alta significación entre repeticiones, o sea, que los tipos surcado, así como las densidades de plantas no influyen estadísticamente en el número de frutos/planta en el cultivo de tomate bajo las condiciones de Canaán.

El rango de frutos/planta varía de 34.6 a 39.3 frutos/planta.

El coeficiente de variabilidad 12.42 % es un valor aceptable para experimentos de campo; este parámetro nos mide la confiabilidad o precisión del experimento.

Tabla 3.10. ANVA de número de frutos/planta de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho

F. Variación	G.L.	SC	CM	FC	Pr>F
Repetición	3	519.0120	173.0040	8.32	0.00**
Surcado	1	0.0640	0.0640	0.00	0.95ns
Densidad	4	130.0060	32.5015	1.56	0.21ns
Inter (S x D)	4	39.5860	9.8965	0.48	0.75ns
Error	27	561.6480	20.8018		
Total	39	1250.3160			

C. V. = 12.42 %

En esta característica, se aprecia también que los tipos de surcado que configuran la distribución de las plantas en el terreno, no influyeron debido a que el espacio asignado por planta o plantas fue suficiente y no se produjo competencia interespecífica entre plantas.

El presente trabajo de investigación presenta menor número de frutos que los obtenidos por Vílchez (2004), en su trabajo con deshierbes y fertilización química donde su máximo número de frutos por plantas fue de 54 frutos y en este trabajo se obtuvo 39 frutos/planta como el mayor número.

El presente trabajo, sin embargo, supera al obtenido por Hernández et al (1999), en su trabajo “El efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de *Azotobacter chroococcum* sobre algunos parámetros morfo fisiológicos y el rendimiento del tomate, variedad “ISCAB-10” donde pudo observarse que las plantas cultivadas bajo con *Azotobacter chroococcum*, rindieron entre 16.52 y 19.14 frutos/planta, mientras que en este trabajo se obtuvo de 34 a 39 frutos/planta.

3.7. NUMERO DE FRUTOS POR RACIMO

En la Tabla de ANVA 3.11 se aprecia que no existe significación en ninguna de las fuentes de variación estudiados para la variable de numero de frutos por racimo, salvo, existe significación entre repeticiones, o sea, que los tipos surcado, así como las densidades de siembra no influyen estadísticamente en el número de frutos por racimo en el cultivo de tomate bajo las condiciones de Canaán. El rango de variación es de 3.2 a 3.3 frutos por racimo.

El coeficiente de variabilidad es 10.57%.

Tabla 3.11. ANVA de número de frutos por racimo de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de siembra. Canaán, Ayacucho

F. Variación	G.L.	SC	CM	FC	Pr>F
Repetición	3	1.0920	0.3640	3.01	0.04*
Surcado	1	0.0040	0.0040	0.03	0.85ns
Densidad	4	0.2600	0.0540	0.45	0.77ns
Inter (S x D)	4	0.5360	0.1340	1.11	0.37ns
Error	27	3.2680	0.1210		
Total	39	5.1160			

C. V. = 10.57 %

3.8. RENDIMIENTO TOTAL DE FRUTOS

En la Tabla de ANVA 3.12 se aprecia que no existe significación en ninguna de las fuentes de variación estudiados para la variable de rendimiento total de frutos de tomate, salvo, existe significación entre repeticiones, o sea, que los tipos surcado, así como las densidades de plantas no influyen estadísticamente en el rendimiento total de frutos del cultivo de tomate bajo las condiciones de Canaán. El rango de variación es de 59,981 a 66,989 kg ha⁻¹. El coeficiente de variabilidad es de 18.38 %, valor aceptable para experimentos de campo; este parámetro nos mide la confiabilidad o precisión del experimento.

Tabla 3.12. ANVA de rendimiento total de frutos de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho

F. Variación	G.L.	SC	CM	FC	Pr>F
Repetición	3	1265600906	421866969	3.08	0.04*
Surcado	1	61796988	61796988	0.45	0.50ns
Densidad	4	224588341	56147085	0.41	0.79ns
Inter (S x D)	4	48203339	12050835	0.09	0.98ns
Error	27	3695897407	136885089		
Total	39	5296086982			

C. V. = 18.38%

Por los resultados obtenidos se demuestra que el efecto de ambos factores en rendimiento total no es muy evidente.

La falta de significación en esta característica, se puede atribuir a que no hubo competencia interespecífica entre las plantas, pues estas dispusieron de los nutrientes que se les brindó a través de la fertilización y la distribución de plantas a través de la densidad y tipo de surcado ofreció a las plantas espacio suficiente y adecuado para su desarrollo; como consecuencia se obtuvo un rendimiento casi homogéneo por golpe de planta.

El presente trabajo de investigación supera ampliamente al obtenido por Terry (2006) en su trabajo con inoculación de micorrizas en tomate, el cual obtuvo 30 t ha^{-1} , mientras que en este trabajo se obtuvo entre $59,981$ y $66,989 \text{ kg ha}^{-1}$.

En el trabajo realizado por Morales (2008) con aplicación de *Azotobacter* en el cultivo del tomate obtuvo solamente 9.39 t ha^{-1} , el cual es superado ampliamente por el presente trabajo inoculado también con *Azotobacter*, y obtiene un rendimiento de $66,989 \text{ kg ha}^{-1}$.

González (2000), encontró adecuados rendimientos en otras variedades de tomate con la biofertilización de micorrizas y *Azotobacter*, la cual corrobora con el trabajo de investigación.

3.9. RENDIMIENTO DE FRUTOS DE CATEGORÍA PRIMERA

En el Tabla de ANVA 3.13 se aprecia que no existe significación estadística en ninguna de las fuentes de variación estudiados para la variable de rendimiento de frutos de categoría Primera, ni entre repeticiones, o sea, que los tipos surcado, así como las densidades de plantas no influyen estadísticamente en el rendimiento de frutos de categoría primera en el cultivo de tomate bajo las condiciones de Canaán.

Los rendimientos varían entre $39,243$ y $40,648 \text{ kg ha}^{-1}$ de tomate categoría primera.

El coeficiente de variabilidad es de 20.91% , que se encuentra dentro de los valores aceptables para experimentos de campo; este parámetro nos mide la confiabilidad o precisión del experimento.

Tabla 3.13. ANVA de rendimiento de frutos de primera categoría de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho

F. Variación	G.L.	SC	CM	FC	Pr>F
Repetición	3	333161725.0	111053908.3	1.60	0.21ns
Surcado	1	33640.0	33640.0	0.00	0.98ns
Densidad	4	9681502.5	2420375.6	0.03	0.99ns
Inter (S x D)	4	12134860.0	3033715.0	0.04	0.99ns
Error	27	1879033913	69593849		
Total	39	2234045640			

C. V. = 20.91%

El presente trabajo con 39,243 y 40,648 kg ha⁻¹ de rendimiento supera al obtenido por Vílchez (2004), en su trabajo con deshierbes y fertilización química con la misma variedad, donde obtuvo 18 t ha⁻¹.

3.10. RENDIMIENTO DE FRUTO DE CATEGORÍA SEGUNDA

En el Tabla de ANVA se aprecia que solo existe significación en las fuentes de variación de tipos de surcado estudiados para la variable de días a formación de rendimiento de fruto categoría segunda, o sea, que los tipos surcado si influyen estadísticamente en el rendimiento de frutos categoría segunda en el cultivo de tomate bajo las condiciones de Canaán.

El rango de rendimiento es de 12,508.8 a 14,521.3 kg ha⁻¹ de tomate.

El coeficiente de variabilidad es de 21.71 %, que es relativamente alto para este tipo de experimentos.

Tabla 3.14. ANVA de rendimiento de frutos de segunda categoría de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de siembra. Canaán, Ayacucho

F. Variación	G.L.	SC	CM	FC	Pr>F
Repetición	3	23741015.00	7913671.67	0.92	0.44ns
Surcado	1	40501562.50	40501562.50	4.70	0.03*
Densidad	4	85194981.25	21298745.31	2.47	0.06ns
Inter (S x D)	4	13690268.75	3422567.19	0.40	0.80ns
Error	27	232632872.5	8.616032.3		
Total	39	395760700.0			

C. V. = 21.71%

Tabla 3.15. Prueba de Tukey (0.05), de rendimiento de frutos categoría segunda con dos tipos de surcado en tomate. Canaán. Ayacucho

Factor	Promedio (kg ha ⁻¹)	ALS
s2-surco mellizo	14521.3	a
s1-surco simple	12508.8	b

En la prueba de Tukey (0.05), se observa que el s2-surco mellizo supera a s1-surco simple, con 14,521.3 frente a 12,508.8 kg ha⁻¹, lo que podría atribuirse a la mayor población de plantas en el surco mellizo.

Los rendimientos obtenidos en esta categoría se encuentran muy por debajo de lo obtenido por Vílchez (2004), quién obtuvo 41.5 t ha⁻¹ de rendimiento de categoría segunda, en su trabajo de tesis.

3.11. RENDIMIENTO DE FRUTOS DE CATEGORÍA TERCERA

En la Tabla de ANVA 3.16 se aprecia que solo existe significación la fuente de variación de tipos de siembra en la variable de rendimiento de frutos de categoría tercera, existe alta significación entre repeticiones, o sea, que las densidades de plantas influyen estadísticamente en el rendimiento de frutos categoría tercera en el cultivo de tomate bajo las condiciones de Canaán.

Esta categoría de tomate representa frutos de menor tamaño que casi no tiene mucho precio en el mercado pero que se pueden aprovechar cuando están maduros para elaborar pasta de tomate.

El rango de variación se encuentra entre 5,644.4 y 8,096.9 kg ha⁻¹.

El coeficiente de variabilidad es de 23.09%, que es elevado para este tipo de experimentos.

Tabla 3.16. ANVA de rendimiento de frutos de tercera categoría de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho

F. Variación	G.L.	SC	CM	FC	Pr>F
Repetición	3	74505415.68	24835138.56	9.47	0.00**
Surcado	1	1817743.23	1817743.23	0.69	0.41ns
Densidad	4	28751532.65	17187883.16	2.74	0.04*
Inter (S x D)	4	26383001.65	659575.41	0.25	0.90 ns
Error	27	70807218.6	2622489.6		
Total	39	178520211.8			

C. V. = 23.09%

Tabla 3.17. Prueba de Tukey (0.05), de rendimiento de frutos de tercera categoría con cinco densidades de plantas en tomate. Canaán. Ayacucho

Factor	Promedio (kg ha ⁻¹)	ALS
d5-2 tallos y 4 ramas	8096.9	a
d4-3 tallos	7608.8	a
d3-2 tallos	7116.0	a
d2-1 tallo y 2 ramas	6588.1	a
d1-1 tallo	5644.4	a

En la prueba de Tukey (0.05), las 5 densidades de plantas presentan rendimientos similares.

3.12. RENDIMIENTO DE FRUTOS DE CATEGORÍA CUARTA

En la Tabla de ANVA 3.18 se aprecia que no existe significación en ninguna de las fuentes de variación estudiados para la variable de días a formación de botones florales, salvo que existe alta significación entre repeticiones, o sea, que los tipos surcado, así como las densidades de plantas no influyen estadísticamente en el rendimiento de frutos de categoría cuarta en el cultivo de tomate bajo las condiciones de Canaán.

El rango de rendimiento es de 2810.6 y 3731.3 kg ha⁻¹ de tomate.

El coeficiente de variabilidad es de 30.30 %, que es alto para este tipo de trabajos de campo.

Esta categoría de tomate representa frutos de menor tamaño que casi no tiene mucho precio en el mercado pero que se pueden aprovechar cuando están maduros para elaborar pasta de tomate.

Tabla 3.18. ANVA de rendimiento de frutos de cuarta categoría de tomate con dos tipos de surcado y cinco densidades de plantas. Canaán, Ayacucho

F. Variación	G.L.	SC	CM	FC	Pr>F
Repetición	3	43939567.28	14646522.43	15.36	0.00**
Surcado	1	1199.03	1199.03	0.00	0.97ns
Densidad	4	4501106.15	1125276.54	1.18	0.34ns
Inter (S x D)	4	863849.85	215962.46	0.23	0.92ns
Error	27	25738131.48	953264.13		
Total	39	75043853.78			

C. V. = 30.30%

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se condujo el experimento y en base a los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El tipo de surcado no tuvo influencia en el rendimiento de frutos y en las otras características morfo agronómicas del tomate como: días a floración, madurez comercial, altura de planta, numero de racimos y numero de frutos por racimo.
2. La densidad de plantas de tomate influyó en días a madurez fisiológica, d5-2 tallos y 4 ramas alcanzó el menor número de días a la madurez fisiológica 113.6 días. La densidad de plantas d2-1 tallo y 2 ramas y d1-1 tallo tuvo menor número de días a la madurez comercial con 120.3 y 120.5 días. Mayor número de racimos por planta se alcanzó con la densidad de plantas d5-2 tallos y 4 ramas, d2-1 tallo y 2 ramas y d1-1 tallo, con 15.2, 14.0 y 13.1, respectivamente. Los tipos de surcado y la densidad de plantas no influyeron en el rendimiento total de frutos cosechados en el cultivo de tomate, siendo el rango de 59,981 a 66,989 kg ha⁻¹.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones arribadas, se plantea las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda la siembra de tomate en surcos simples (0.80 m) y con 1 solo tallo por golpe u hoyo (1 planta), por ser de fácil manejo de cultivo.
2. Repetir el experimento en las condiciones de Canaán y lugares con condiciones similares para lograr resultados más consistentes, incorporando densidades menores a fin de lograr respuesta del tomate a densidades menores y respuesta en rendimiento de frutos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderlini, R. (1970). El cultivo de tomate. Edit. hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina.
- Barraza, F.; G. Fisher, C. Cardona. (2004). Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle del Sinú medio, Colombia. Agronomía Colombiana, vol. 22, núm. 1, 2004, pp. 81-90 Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180317823011.pdf>.
- Bazán, C. (1975). Enfermedades de cultivos frutícolas y hortícolas”. Edit. Jurídica. Lima – Perú.
- Beingolea, J. Y Camasca, A. (1987). Manual de prácticas de olericultura. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- Bullón, A. (1985). Producción y protección vegetal de cultivos. Edit. Jurídica. Lima – Perú.
- Cruz, J.; F. Jiménez. J. Ruiz, J. Díaz, P. Sánchez, C. Perales, A. Arellanes. (2003). Evaluación de densidades de siembra en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero. Agronomía Mesoamericana 14(1): 85-88. 2003. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v14n01_085.pdf.
- Casas, A. (1981). Cultivos hortícolas, datos básicos. UNA. La Molina. Lima, Perú.
- Casseres, E. (1980). Producción de hortalizas. Edit. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). San José – Costa Rica.
- Cerna, L. (1994). Manejo mejorado de malezas. Primera Edic. CONCYTEC. Trujillo – Perú-
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, FAO. (1999). (2001). Estado mundial de la agricultura y alimentación. Disponible en: <https://www.fao.org/3/x9800s/x9800s.pdf>-
- Gonzalez P, M. (2000). Efecto de un inoculante microbiano a partir de cepas nativas de *Azotobacter chroococcum* sobre el rendimiento en secuencias de cultivos hortícolas. Tesis presentada en opción al grado de Master en Fertilidad del Suelo. Camaguey - Cuba.
- Ferrah, J. 1,975. Horticultura actual de familiar a empresarial. Edit. Aedos. Barcelona – España.
- Fersini, A. (1976). Horticultura práctica. Edit. Diana. México.

- García, A. (1959). Horticultura. Edit. Gustavo Gili S.A. Barcelona, España.
- Hernández, M., M. Pereira y M. Tang. (1994). Utilización de microorganismos Biofertilizantes en los cultivos tropicales. Pastos y Forrajes. 17 (3): 183 – 192.
- Ibáñez, R. y Aguirre, G. (1983). Manual de práctica de fertilidad de suelos. UNSCH. Perú.
- Janick, J. (1965). Horticultura científica e industrial. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
- Maroto, J. (1986). Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid – España.
- Messiaen, C. (1979). Las Hortalizas. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Edit. Blume Distribuidora S.A. México.
- Morales, E. y Leyva A. (2008). Evaluación de la inoculación de micorrizas en Rizobacterias en tomate. Universidad de Costa Rica. Revista. Vol. 30. p. 75 – 73.
- ONERN. (1976). Mapa ecológico del Perú. Disponible en: <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Maps/Mapa-Ecologico-Del-Peru-1976.pdf>
- Rodríguez, S. (1982). Fertilizantes nutrición vegetal. Edit. AGP. Editores México.
- Terry Alfonso, E. (1998). Efectividad agronómica de biofertilizantes en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Tesis presentada en opción al título académico de master en Ciencias Agrícolas. La Habana – Cuba.
- Toovey, F. (1982). Producción comercial de tomates. Edit. Acribia, Zaragoza – España.
- Ugaz, R., S. Siura, F. Delgado, A. Casas y J. Toledo. (2000). Hortalizas, Datos Básicos. Ediciones Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Van, H. (1981). Tomates. Edit. Trillas S.A. Manuales para la Educación Agropecuaria. México.
- Vera, N. (2013). Densidad de siembra, poda y tutorado en el rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum* L. var. 'Galilea') en zona árida-Arequipa, 2012. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4158/AGvequnl025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Vílchez M, R. (2004). Deshierbos y Densidad de Plantas en el Rendimiento del Tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) Var. Río Grande, Canaán a 2,750 msnm – Ayacucho.
- Villarreal, R. (1982). Tomates. Instituto Interamericano de cooperación Para La Agricultura. San José. Costa Rica.
- Villegas, J.; V. Gonzales, J. Carrillo, M. Muñoz, F. Del Castillo y T. Osuna. (2004). Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a densidades de población en dos sistemas de producción. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 27 (4): 333-338, 2004. Disponible en: <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/27-4/5a.pdf>.
- Zevallos, D. (1985). Manual de horticultura para el Perú. Ediciones Manfer S.A. Barcelona – España.

ANEXOS

Anexo 1. Costos de producción de tomate

Cultivo : Tomate. Extensión : 1ha
 Variedad : Rio Grande Mejorado. Jornal : S/. 15.00
 Sistema de Siembra : Directa. Unidad : Nuevos soles

A. COSTOS DIRECTOS	Unid.	Cant.	P.U. (S./)	P. P. (S./)	TOTAL (S./)
1. PREPARACION DEL TERRENO					280
Arado de disco	h-maquina	4	35	140	
Arado de rastra	h-maquina	2	35	70	
Surcado	h-maquina	2	35	70	
2. Siembra, almacigo, trasplante					255
a. Siembra y almacigo					
Preparación del terreno	jornal	2	15	30	
Riegos	jornal	2	15	30	
Deshierbo	jornal	2	15	30	
b. Desahije					
Desahije	jornal	1	15	15	
3. Labores culturales					450
Primer abonamiento	jornal				
Aporque y segundo abonamiento	jornal	20	15	300	
riego (20 veces)	jornal	20	15	300	
Aplicación de insecticidas(5 aplicaciones)	jornal	5	15	75	
Aplicación de fungicidas (5 aplicaciones)	jornal	5	15	75	
4. Insumos					1.440,00
Análisis de suelos		1	40	40	
Semilla	Kg.	0,6	380	228	
Urea	Kg.		2,5	0	
Fosfato di amónico	Kg.		2	0	
Cloruro de Potasio	Kg.		0,3	0	
Sukkoi	Kg.	1,5	40	60	
Ridomil	L	6	96	576	
Curzate	Kg.	2,5	90	225	
Adherente	L	2	20	40	
Abono foliar	L	2	20	40	
5. Transporte					110
Insumos y fertilizantes	Kg.	1	110	110	
6. Cosecha					168
Recolección, limpieza y selección	jornal	10	12	120	
Traslado y comercialización	jornal	4	12	48	
TOTAL					2.701,00
RESUMEN					
Gastos de Financiación		165,4			
Gastos de Administración		147,2			
Imprevistos		123,6			
COSTO INDIRECTO		356,2			
COSTO DIRECTO		2.702,00			
COSTO TOTAL DE LA INVERSION		3058,2			

Anexo 2. Datos de campo del experimento de tomate

Bloq	T.	Altura a la floración	Botones florales	Floración	Madurez fisiológica	Madurez de cosecha	Nº de racimos /planta	Nº de frutos /planta	Nº de frutos /racimo
1	T1	21.60	54.00	67.00	115.00	121.00	11.80	29.40	3.60
1	T2	18.60	54.00	68.00	115.00	120.00	15.00	34.00	3.80
1	T3	21.80	53.00	67.00	114.00	120.00	14.40	33.20	4.00
1	T4	20.60	53.00	66.00	115.00	120.00	11.80	38.20	3.40
1	T5	21.00	54.00	68.00	114.00	119.00	16.80	31.40	3.40
1	T6	20.80	53.00	67.00	115.00	120.00	15.20	35.60	3.00
1	T7	21.20	53.00	67.00	114.00	121.00	14.60	41.20	3.40
1	T8	20.40	53.00	67.00	115.00	122.00	11.40	29.40	3.40
1	T9	21.80	53.00	67.00	115.00	123.00	18.00	37.00	3.40
1	T10	21.80	54.00	68.00	113.00	123.00	14.60	29.20	3.40
2	T1	20.40	53.00	66.00	115.00	121.00	12.60	30.40	2.60
2	T2	18.00	54.00	67.00	114.00	120.00	15.40	31.60	3.00
2	T3	22.40	53.00	67.00	115.00	121.00	12.80	25.60	2.80
2	T4	21.40	53.00	68.00	114.00	122.00	10.80	31.00	3.20
2	T5	21.60	54.00	67.00	113.00	122.00	15.00	42.20	3.40
2	T6	20.40	53.00	67.00	115.00	120.00	11.40	28.80	2.80
2	T7	20.60	52.00	66.00	115.00	121.00	13.40	32.60	3.20
2	T8	22.00	53.00	67.00	115.00	121.00	13.00	33.00	3.00
2	T9	20.60	53.00	67.00	114.00	121.00	12.80	36.80	3.40
2	T10	21.40	53.00	66.00	114.00	120.00	11.80	35.60	3.40
3	T1	21.60	52.00	68.00	114.00	120.00	12.00	35.00	2.80
3	T2	21.00	52.00	68.00	114.00	120.00	16.00	42.20	2.60
3	T3	23.00	52.00	67.00	114.00	121.00	12.80	41.60	3.20
3	T4	21.00	53.00	68.00	115.00	123.00	11.00	32.40	3.60
3	T5	21.40	54.00	67.00	114.00	121.00	16.00	42.40	3.20
3	T6	21.40	53.00	68.00	115.00	120.00	13.20	39.20	3.60
3	T7	21.40	54.00	67.00	114.00	121.00	11.80	36.80	3.40
3	T8	21.40	53.00	6.00	115.00	121.00	12.60	39.00	3.20
3	T9	23.20	52.00	67.00	114.00	122.00	10.80	33.40	3.00
3	T10	21.80	54.00	68.00	114.00	122.00	15.00	43.20	3.20
4	T1	21.00	53.00	67.00	114.00	120.00	13.80	43.80	3.80
4	T2	22.40	54.00	67.00	114.00	120.00	14.00	43.20	3.40
4	T3	21.60	53.00	67.00	114.00	121.00	13.40	40.40	3.20
4	T4	21.00	52.00	68.00	115.00	122.00	10.80	38.20	4.00
4	T5	22.60	52.00	67.00	114.00	121.00	15.40	47.20	3.00
4	T6	22.40	53.00	68.00	114.00	121.00	14.80	48.00	3.40
4	T7	21.20	52.00	67.00	114.00	121.00	12.00	43.60	4.20
4	T8	21.20	52.00	68.00	114.00	121.00	12.80	39.00	3.00
4	T9	23.60	52.00	67.00	115.00	122.00	11.40	29.80	3.00
4	T10	22.40	52.00	67.00	113.00	120.00	17.60	43.80	3.20

N° de racimos /planta	N°de frutos /planta	N° de frutos /racimo	Rdto total frutos	Frutos cat. Primera	Frutos cat. Segunda	Frutos cat. Tercera	Frutos cat. Cuarta
11.80	29.40	3.60	46245.00	32015.00	8700.00	3705.00	1825.00
15.00	34.00	3.80	55630.00	42225.00	8465.00	2965.00	1975.00
14.40	33.20	4.00	58840.00	35240.00	13530.00	6395.00	3675.00
11.80	38.20	3.40	55010.00	34925.00	12395.00	6330.00	1360.00
16.80	31.40	3.40	57195.00	32030.00	12965.00	7090.00	5110.00
15.20	35.60	3.00	65414.00	43250.00	14290.00	5735.00	2139.00
14.60	41.20	3.40	64430.00	44315.00	12335.00	6105.00	1675.00
11.40	29.40	3.40	67490.00	39880.00	15880.00	8105.00	3625.00
18.00	37.00	3.40	94450.00	60530.00	21560.00	8635.00	3725.00
14.60	29.20	3.40	87280.00	52725.00	21410.00	9615.00	3530.00
12.60	30.40	2.60	50290.00	32805.00	10165.00	4470.00	2850.00
15.40	31.60	3.00	57485.00	38280.00	12380.00	5390.00	1435.00
12.80	25.60	2.80	49643.00	32435.00	11265.00	4868.00	1075.00
10.80	31.00	3.20	55760.00	37185.00	11555.00	4570.00	2450.00
15.00	42.20	3.40	50355.00	34160.00	10300.00	4440.00	1455.00
11.40	28.80	2.80	51295.00	31280.00	11815.00	6070.00	2130.00
13.40	32.60	3.20	54285.00	34365.00	11990.00	5225.00	2705.00
13.00	33.00	3.00	69060.00	46600.00	13360.00	6755.00	2345.00
12.80	36.80	3.40	53090.00	32290.00	11855.00	6330.00	2615.00
11.80	35.60	3.40	62415.00	34090.00	17295.00	7980.00	3050.00
12.00	35.00	2.80	61853.00	45820.00	9725.00	3520.00	2788.00
16.00	42.20	2.60	60315.00	39100.00	12400.00	6035.00	2780.00
12.80	41.60	3.20	58225.00	37395.00	12050.00	6065.00	2715.00
11.00	32.40	3.60	76850.00	48905.00	15755.00	8600.00	3590.00
16.00	42.40	3.20	84275.00	50950.00	18740.00	9975.00	4610.00
13.20	39.20	3.60	67955.00	47515.00	11815.00	6275.00	2350.00
11.80	36.80	3.40	60105.00	37195.00	13390.00	7010.00	2510.00
12.60	39.00	3.20	52710.00	30290.00	12680.00	6745.00	2995.00
10.80	33.40	3.00	43725.00	25420.00	10565.00	6530.00	1210.00
15.00	43.20	3.20	63025.00	32940.00	21105.00	6220.00	2760.00
13.80	43.80	3.80	69780.00	44470.00	12985.00	8390.00	3935.00
14.00	43.20	3.40	69840.00	41575.00	10720.00	12045.00	5500.00
13.40	40.40	3.20	89460.00	55905.00	16825.00	11150.00	5580.00
10.80	38.20	4.00	71535.00	40970.00	14655.00	10690.00	5220.00
15.40	47.20	3.00	69240.00	40770.00	14600.00	9260.00	4610.00
14.80	48.00	3.40	67015.00	39810.00	15065.00	6990.00	5150.00
12.00	43.60	4.20	75695.00	48130.00	15730.00	7930.00	3905.00
12.80	39.00	3.00	69740.00	44020.00	14480.00	6845.00	4395.00
11.40	29.80	3.00	66235.00	37395.00	12875.00	9185.00	6780.00
17.60	43.80	3.20	62130.00	36280.00	10930.00	10195.00	4725.00

Anexo 3. Panel fotográfico



Foto 1: Realizando la poda de brotes y hojas a ras de tallo



Foto 2: Evaluación de altura, frutos



Foto 3: Evaluación de cantidad, peso por categorías



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R; hacen constar que el trabajo titulado;

Tipos de surcado y densidad de plantas en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Canaán, 2750 msnm. Ayacucho

Autor : Teodoro Escarcena Mendoza

Asesor : Walter Augusto Mateu Mateo

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **veintitres (23%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2042690704

Ayacucho, 21 de marzo de 2023

M.Sc. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Presidente de comisión

Tipos de surcado y densidad de plantas en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Canaán, 2750 msnm. Ayacucho

por Teodoro Escarcena Mendoza

Fecha de entrega: 21-mar-2023 09:43a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2042690704

Nombre del archivo: tesis_escarcena-200323.doc (1.77M)

Total de palabras: 13138

Total de caracteres: 68041

Tipos de surcado y densidad de plantas en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Canaán, 2750 msnm. Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

21%

2

Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

2%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo