



Theses and Dissertations

2003

Influence of three soil types on the physical, chemical, and organoleptic characteristics of two varieties of kidney tomato hydroponically cultivated under a panqar huyu system

Carlos Fernando Yopez Vallejo
Brigham Young University - Provo

Follow this and additional works at: <https://scholarsarchive.byu.edu/etd>



Part of the [Agriculture Commons](#)

BYU ScholarsArchive Citation

Yopez Vallejo, Carlos Fernando, "Influence of three soil types on the physical, chemical, and organoleptic characteristics of two varieties of kidney tomato hydroponically cultivated under a panqar huyu system" (2003). *Theses and Dissertations*. 5454.

<https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5454>

This Thesis is brought to you for free and open access by BYU ScholarsArchive. It has been accepted for inclusion in Theses and Dissertations by an authorized administrator of BYU ScholarsArchive. For more information, please contact ellen_amatangelo@byu.edu.

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**INFLUENCIA DE TRES TIPOS DE SUSTRATO EN LAS
CARACTERISTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y
ORGANOLEPTICAS A DOS VARIEDADES DE TOMATE
RIÑON CULTIVADAS EN HIDROPONÍA BAJO EL SISTEMA
DEL PANQAR HUYU**

TESIS DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Autor:

CARLOS FERNANDO YEPEZ VALLEJO

DIRECTOR:

ING. RAÚL BARRAGAN

IBARRA – ECUADOR

2003

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**INFLUENCIA DE TRES TIPOS DE SUSTRATO EN LAS
CARACTERISTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y
ORGANOLEPTICAS A DOS VARIEDADES DE TOMATE
RIÑÓN CULTIVADAS EN HIDROPONÍA BAJO EL SISTEMA
DEL PANQAR HUYU**

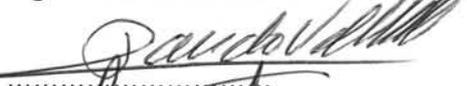
**TESIS PRESENTADA AL COMITÉ ASESOR COMO REQUISISTO PARA
OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

APROBADA:



Ing. RAÚL BARRAGAN

DIRECTOR



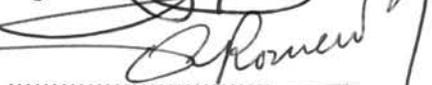
Ing. LUIS SANDOVAL

ASESOR



Ing. CARLOS CASCO

ASESOR



Ing. OSWALDO ROMERO

ASESOR

**IBARRA- ECUADOR
2003**

DEDICATORIA

A mis padres Rómulo y Martha quienes con su amor y ejemplo inculcaron en mí los valores de responsabilidad, honradez y amor al prójimo los cuáles me ayudaron para culminar una etapa importante de mi vida.

A Paola y Camilo que llegaron a mi vida dándome el amor y la fuerza para juntos superar las adversidades de la vida.

A Diego y Sebastián inculcándoles con el ejemplo, que "Quien persevera alcanza".

A la memoria de mi abuelita Esther que siempre estuvo dispuesta a ayudarme incondicionalmente.

A mis familiares y amigos que en todo momento estuvieron prestos a colaborarame.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios por escuchar siempre mis plegarias, y darme la fuerza para continuar día a día luchando para ser mejor.

Esta investigación fue financiada por el "Benson Agricultura and Food Institute" , institución a la cual quiero hacer público mi agradecimiento, en especial a las personas quienes están dirigiendo y coordinando este tipo de actividades en el Ecuador.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Raúl Barragán quien me ayudo incondicionalmente y me brindó todos los conocimientos necesarios para realizar esta investigación.

A la Universidad Técnica del Norte expreso mi gratificación por haberme formado como un profesional.

A mis profesores manifiesto las gracias por ser ellos quienes inculcaron en mi los conocimientos necesarios para mi vida profesional y de manera especial a mis asesores: Ing. Luis Sandoval, Ing. Carlos Casco, Ing. Oswaldo Romero.

En general, agradezco a todas las personas que de una u otra forma participaron en el desarrollo de la investigación.

INDICE GENERAL

	Pág.	
CAPITULO I		
1	Introducción	1
1.1	Objetivos	2
1.2	Hipótesis	4
CAPITULO II		
2	Revisión de Literatura	5
2.1	Tomate Riñón	5
2.1.1	Características Agronómicas del Tomate para uso Industrial	8
2.2	Cultivos Hidropónicos	10
2.2.1	Conceptos Generales	10
2.2.2	Cultivos sin Suelo	13
2.2.3	Componentes de un Sistema de Cultivo sin Suelo	15
2.2.4	Características del Sustrato	18
2.2.4.1	Descripción de Algunos Sustratos	20
2.2.4.2	Cultivos en Sacos Rellenos de Sustratos	24
2.2.4.3	Cultivos en Arena	26
2.2.4.4	Cultivos en Grava	26
2.3	El Panqar Huyu	27
2.3.1	Funcionamiento del Panqar Huyu	28
2.3.2	Construcción del Panqar Huyu	29
2.3.3	Operación diaria del Panqar Huyu	32
2.3.4	Como se Cultiva en el Panqar Huyu	32
2.3.5	Resultados Obtenidos en otros Cultivos	33
2.4	Industrialización del Tomate	35
2.4.1	El Tomate en Conserva	35
2.4.2	Procesos Básicos para Industrialización	35
2.4.2.1	Clasificación	35
2.4.2.2	Selección	36
2.4.2.3	Limpieza	36
2.4.2.4	Escaldado	37
2.4.2.5	Envasado	38
2.4.2.6	Esterilización	39
2.4.2.7	Presentación	40
2.5	Salsa de Tomate	41
2.5.1	Aspectos Generales	41
2.5.2	Procesos de Elaboración	42
2.6	Análisis Químicos	44
2.6.1	Análisis de Acidez Titulable	44

CAPITULO III

3	Materiales Y Métodos	46
3.1	Materiales	46
3.2	Métodos	47
3.2.1	Factores en Estudio	47
3.2.1.1	Factor A	47
3.2.1.2	Factor B	48
3.2.2	Tratamientos	48
3.2.3	Diseño Experimental	48
3.2.4	Características del Experimento	49
3.2.5	Características del Panqar Huyu	49
3.2.6	Ubicación	49
3.2.6.1	Características Climatológicas	50
3.2.7	Análisis Estadístico	50
3.2.8	Variables Evaluadas	51
3.3	Manejo Específico de la Investigación	51
3.3.1	Preparación del Terreno	51
3.3.2	Ubicación	51
3.3.3	Delimitación	52
3.3.4	Construcción del Panqar Huyu	53
3.3.5	Construcción de la Cubierta	54
3.3.6	Construcción de los Bordes	55
3.3.7	Germinación de la Semilla	55
3.3.8	Preparación del Sustrato	56
3.3.9	Transplante de las Plántulas al Panqar Huyu	57
3.3.10	Crecimiento de las Plantas	57
3.3.11	Tutores	58
3.3.12	Controles Fitosanitarios	58
3.3.13	Cosecha	59
3.3.14	Rendimiento	60
3.3.15	Procesos de Industrialización del Tomate	61
3.3.16	Análisis de Sólidos Solubles	62
3.3.17	Análisis de Acidez	62
3.3.18	Análisis de pH	64
3.3.19	Diámetro del Tomate	64

CAPITULO IV

4	Resultados Y Discusión	65
4.1	Variables Organolépticas en la Salsa de Tomate	65
4.1.1	Olor	65
4.1.2	Sabor	66
4.1.3	Textura	66
4.1.4	Aceptabilidad	67
4.2	Variables Cuantitativas	67
4.2.1	Altura	67
4.2.2	Rendimiento	68

4.2.3	Diámetro	70
4.2.4	Sólidos Solubles	72
4.2.5	pH	75

CAPITULO V

5	Conclusiones	77
---	--------------	----

CAPITULO VI

6	Recomendaciones	80
7	Resumen	82
8	Summary	83
9	Bibliografía	84
10	Anexos	87

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición Nutritiva por 100 g de Producto Comestible	6
Tabla 2. Composición del Tomate Fresco	7
Tabla 3. Composición de Sales Minerales	7
Tabla 4. Porcentaje de fertilización	13
Tabla 5. Peso de Algunos Ácidos	45
Tabla 6. Datos del Análisis Organoléptico del Olor	65
Tabla 7. Datos del Análisis Organoléptico del Sabor	66
Tabla 8. Datos del Análisis Organoléptico de la Textura	67
Tabla 9. Datos del Análisis Organoléptico de la Aceptabilidad	68
Tabla 10. Análisis de Varianza de la Variable Altura	68
Tabla 11. Análisis de Varianza de la Variable Rendimiento	69
Tabla 12. Análisis de Varianza de la Variable Diámetro	71
Tabla 13. Análisis de Varianza de la Variable Sólidos Solubles	72
Tabla 14. Análisis de Varianza de la Variable pH	74
Tabla 15. Análisis de Varianza de la Variable Acidez	75

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Características de las Variedades en Investigación	10
Cuadro 2. Temperatura en el interior del Panqar huyu	29
Cuadro 3. Materiales para la Construcción de un Panqar Huyu	30
Cuadro 4. Hortalizas Cultivadas en el Panqar Huyu en Bolivia	33

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Panqar huyu en Bolivia	31
Figura 2. Cosecha en el Panqar huyu	34
Figura 3. Toma de medidas para la excavación	52
Figura 4. Delimitación de los Panqar huyus	52
Figura 5. Inicio de la excavación	53
Figura 6. Fin de la excavación	53
Figura 7. Construcción del armazón	54
Figura 8. Instalación del plástico	54
Figura 9. Zanjas de drenaje	55
Figura 10. Lavado del sustrato	56
Figura 11. Enfundado del sustrato	56
Figura 12. Plántulas del bloque 1	57
Figura 13. Plántulas del bloque 2	57
Figura 14. Tutores bloque 1	58
Figura 15. Control de plagas	59
Figura 16. Cosecha bloque 1	59
Figura 17. Cosecha bloque 1	59
Figura 18. Rendimiento	60
Figura 19. Rendimiento	60
Figura 20. Elaboración de la salsa de tomate en la comunidad	61
Figura 21. Tamizado de la pulpa	61
Figura 22. Análisis en el laboratorio	63

INDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Altura por planta	67
Gráfico 2. Rendimiento por planta	69
Gráfico 3. Diámetro del fruto	70
Gráfico5. Sólidos solubles del tomate	72
Gráfico 6. pH del tomate	73
Gráfico 7. Acidez del tomate	75

INDICE DE ANEXOS

Anexo1 Tabla de Resultados de la Altura

Anexo2 Tabla de Resultados del Rendimiento

Anexo3 Tabla de Resultados del Diámetro

Anexo4 Tabla de Resultados de los Sólidos Solubles

Anexo5 Tabla de Resultados del pH

Anexo6 Tabla de Resultados de la Acidez

Anexo7 Fotos de la Investigación

Anexo8 Encuesta de la Degustación de la Salsa de Tomate

PROLOGO

La siguiente investigación se realizo con fondos provenientes del BAFI-Ecuador, con el fin de buscar alternativas a los problemas agropecuarios, agroindustriales y nutricionales en la comunidad de la Rinconada, siendo mi participación dentro de esta institución como investigador y becario tesista.

AUTOR: CARLOS FERNANDO YEPEZ VALLEJO

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En las comunidades aledañas a las ciudades, existen muchas limitaciones en cuanto se relaciona a la producción y manejo post cosecha de los cultivos. En la actualidad muchas de estas comunidades ubicadas en los sectores áridos y secos de la serranía ecuatoriana se ven seriamente afectadas en la producción de ciertas hortalizas que le sirve para su consumo, ocasionando un déficit nutritivo de vitaminas, tal es el caso del cultivo y manejo de tomate riñón, el cual por efecto de clima y suelo no puede ser cultivado en dicho lugares.

Según Martínez y García, (1995) las técnicas del cultivo del tomate han experimentado cambios rápidos y notables durante las últimas cuatro décadas. La utilización de invernaderos con cobertura plástica sistemas sencillos de control climático, equipos de riego, fertilización automatizados, etc., se ha difundido con el fin de mejorar el crecimiento y el desarrollo de la planta de tomate y consecuentemente, de aumentar la productividad e incrementar la calidad de los frutos.

Unidos a estos cambios tecnológicos se viene produciendo una sustitución gradual del cultivo tradicional en el suelo por el cultivo en sustrato. La principal razón de esta sustitución ha sido la existencia de factores limitantes para la continuidad del cultivo intensivo del tomate en el suelo natural, particularmente la salinización, enfermedades y agotamiento de los suelos agrícolas.

Otro factor que influye, es el relacionado con el manejo post cosecha de estos productos, originando un desbalance en la economía de dichas comunidades, por cuanto la producción aumenta, el precio sufre un deterioro que no permite en algunos casos recuperar los costos de inversión. (17)

1.1 JUSTIFICACIÓN

Según Abad M. (1995), explica que de este modo se ha ido poniendo en práctica diferentes sistemas de cultivo sin suelo. Se están utilizando materiales (sustratos) ya conocidos en el cultivo hidropónico en otros países, pero adaptado sus características y manejo a condiciones particulares.

Por otra parte debe señalarse que el cultivo de las plantas en sustrato permite un control riguroso del medio ambiente radicular, particularmente de los aspectos relacionados con el suministro de agua y nutrientes, facilitando así una fuerte intensificación del cultivo. (1)

Por tal motivo es necesario buscar alternativas que permitan mejorar las condiciones de estos pobladores, siendo una de ellas el *PANQAR HUYU*, el cual es un sistema eficaz para cultivos de mediana y corta altura, con un bajo costo de construcción y mantenimiento, y de igual manera eficaz en resultados en cuanto a calidad y rendimiento.

Cabe mencionar el éxito obtenido en otros países como Bolivia, en donde este sistema ha resuelto muchos problemas referentes a la alimentación de sus pobladores, en condiciones similares a la de la región interandina del Ecuador.

Es por eso que se ha considerado iniciar un estudio tendiente a establecer la posibilidad de cultivar tomate riñón bajo la metodología del *Panqar huyu* con hidroponía (sustrato), y luego realizar estudios encaminados a la industrialización del mismo para obtener salsa de tomate, con lo que se daría una solución a los pobladores y así evitar una pérdida de capital por efecto de siembra.

1.2 OBJETIVOS

La presente investigación tuvo los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

Cultivar tomate de mesa hidroponicamente con tres tipos de sustrato, bajo el sistema del *PANQAR HUYU* en zonas de clima frío que favorezcan el crecimiento normal de este; y determinar cual de las dos variedades en estudio, luego de su cosecha cumple con los requerimientos principales para elaborar salsa de tomate.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar un método de cultivo para productos hortícola de mediano y corto porte cultivados en hidroponía (sustrato) implementando el sistema del *Panqar huyu*.

- Determinar las variabilidades de las características físicas, químicas, organolépticas y de rendimiento en las dos variedades de tomate, luego de ser cultivadas bajo el sistema del *Panqar huyu*.
- Evaluar las características organolépticas de la salsa de tomate elaborada a partir de las dos variedades en investigación.
- Evaluar el sustrato más apto en cuanto al aprovechamiento en rendimiento y calidad organoléptica de las variedades investigadas.

1.3 HIPÓTESIS

Hipótesis Nula

Las características físicas, químicas, organolépticas y de rendimiento en las dos variedades de tomate, no son afectadas por los sustratos empleados en el cultivo hidropónico bajo el sistema del **PANQAR HUYU**.

Hipótesis Alterna

Por lo menos una de las características físicas, químicas, organolépticas y de rendimiento de las dos variedades de tomate son afectadas por los sustratos empleados bajo el sistema del **PANQAR HUYU**.

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 TOMATE RIÑÓN

La Biblioteca de la Agricultura (4), explica que el tomate es una planta perteneciente a la familia de las Solanáceas y su nombre botánico es *Solanum lycopersicum*. Su origen es americano y se cultiva como anual, aunque tiene su vida de varios años. Toda la planta posee pelos de naturaleza granular, que le dan su olor tan característico. El fruto del tomate es una baya de forma globosa y por lo general, de color rojo cuando madura, pudiendo ser su superficie lisa o asurcada. Las semillas poseen una capacidad germinativa de 3 a 6 años, en donde encontramos tres ciclos de producción:

- Ciclo corto de 90 a 110 días.
- Ciclo medio de 100 a 120 días.
- Ciclo largo de 110 a 125 días.

Las variedades de tomate existentes en el mercado son muy abundantes, por lo que antes de elegir una para un consumo en fresco o para la industria es conveniente hacer una consulta con profundidad.

Cabe decir que el cultivo del tomate bajo invernadero está altamente extendido, sobre todo por su gran importancia económica; encontramos, para el cultivo del

tomate desde los más sencillos túneles de plástico a los más sofisticados invernaderos de cristal.

Tabla 1, Composición Nutritiva por 100g de Producto Comestible.

Prótidos	1 g
Lípidos	4 g
Glúcidos	0.2 g
Vit. A	1700 UI
Vit. B1 o tiamina	0.1 mg
Vit. B2 ó riboflavina	0.02 mg
Niacina	0.6 mg
Vit. C o Ac. Ascórbico	2.1 mg
Calcio	13 mg
Fósforo	27 mg
Hierro	0.5 mg
Sodio	3 mg
Potasio	244 mg
Valor energético	23 cal

Fuente: Biblioteca de la Agricultura

Para Sotelo y Silva (1976), el tomate es una de las especies hortícola más susceptibles a plagas y enfermedades, por lo cual su control se convierte en una de las actividades más importantes.

El control integrado con otras medidas de carácter cultural, mecánico, físico, microbiológico y aún químico usado oportunamente, brinda una alta protección a las plantas y ventajas muy grandes desde el punto de vista económico y ecológico.

(22)

Según Lacera (1984), explica que el tomate es una de las hortalizas mas difundidas en la huerta familiar y se lo consume tanto en fresca como industrializada. Se la puede considerar dentro de los cultivos hortenses como una de las fuentes más

importantes de vitaminas A, B, C, malatos y citratos ácidos muy importantes en la regulación del ácido úrico de la sangre.

Tabla 2, Composición del Tomate Fresco

Composición	(%)
Materia seca	6.50
Carbohidratos totales	4.70
Grasas	0.15
Nitrógeno proteico	0.40
Azucares reductores	3.00
Sacarosa	0.10
Sólidos solubles totales	4.50
Ácido málico	0.10
Ácido cítrico	0.20
Fibra	0.50
Vitamina C	0.02
Potasio	0.25

Fuente: Reinoso y Cárdenas

Cabe decir que la composición varía de acuerdo a su madurez y variedad.

Passerini al analizar las cenizas del tomate determinó los porcentajes de sales minerales indicados en el cuadro siguiente:

Tabla 3, Composición de Sales Minerales

Composición	%
Oxido de potasio	59.5
Oxido de sodio	6.0
Oxido de calcio	1.3
Oxido de magnesio	3.1
Oxido férrico	0.2
Anhídrido fosfórico	12.9
Azufre cloro	3.5
Cloro	19.1

Fuente: Lacera

Todas las variedades son útiles para industrializar pero se eligen aquellas lisas para facilitar su pelado, de buen tamaño, sabor, color y con pulpa consistente.

Las variedades rugosas dificultan el pelado y las pulpas acuosas dan un producto que se desintegra. El rendimiento de los frutos se debe tener muy en cuenta ya que ello se traduce en los costos. (15).

2.1.1 Características Agronómicas del Tomate para uso Industrial

Infoagro (2001), indica que las características que han de reunir estas variedades de tomate se refieren a la forma, el color y el tamaño, pero son más importantes los caracteres relativos a la calidad intrínseca como acidez, contenido en azúcares y materia seca.

Las variedades para la conserva de tomate pelado se caracterizan fundamentalmente porque sus frutos tienen forma de pera o alargados, los cuales facilitan el pelado. El peso de los frutos está alrededor de 70 g. Si la recolección es manual se utilizan Macero II, Royal chico, Snake y Ural. Las variedades adaptadas a la recolección mecanizada son: Elko, Azteca, Zenith, tigrí, Almappel y Bandera. Estas variedades son muy utilizadas en Norte América y Europa.

Para la elaboración de concentrado de tomate se utilizan variedades cuyos frutos pesan más que los frutos dedicados al pelado, el peso oscila entre 80 y 120 g. Pueden tener forma oval, cuadrada o redondeada. Algunos de los cultivares se utilizan también para su consumo en fresco. Las variedades son: Brigade, Nema 1400, Rossoconero, Centurión, Castone, Mystro y Nemador. (27)

Debido a las condiciones de humedad y cambios bruscos de temperatura que pueden darse al interior del panzar huyu se vio conveniente utilizar variedades resistentes a hongos y enfermedades, y que posean las características mínimas para la industrialización, por lo que se utilizó las variedades Daniela y Fortaleza.

Reinoso y Cárdenas (1998), manifiestan que en el mercado se tiene una gran cantidad de variedades indeterminada todas ellas híbridas para cultivo bajo invernadero. Estos híbridos buscan precocidad, productividad y uniformidad en tamaño, resistencia tolerancia a ciertos patógenos, adaptación a condiciones especiales de clima, características especiales en cuanto a forma del fruto, color, firmeza de pulpa, dulzura jugosidad, etc.

Los patógenos a los cuales estas variedades tienen resistencia o tolerancia se describen con su simbología, según J. Diez, citado por Nuez 1995.

Hongos:

F1: fusarium oxisporum f. Sp Licopessici raza 1

F2: fusarium oxisporum f. Sp Licopersici raza 2

V: verticilium albo-atrum

St: stemphyllium

C5: Cladosporium fulvum raza ABCDE

Virus:

ToMV: virus del mosaico del tomate

Plagas:

N: Meloidogyne sp.

En el siguiente cuadro se detalla alguna de las características de las variedades en investigación.

Cuadro 1, Características de las variedades en investigación

Variedades	Características	Resist.	°Brix	pH
Daniela	Precoz, de excelente calidad, fruto de tamaño medio. De forma redondo, no tiene costillas, hombros ligeros, pulpa firme soporta transporte, cultivado ampliamente en Argentina, en España se lo usa en sistemas hidropónicos.	ToMV C5 F2	5	4
Fortaleza	Precoz, fruto de tamaño mediano de forma globosa aplanado, sabor inigualable, frutos de pared gruesa y firme, soporta bien el transporte a larga distancias, y se comporta bien en Poscosecha.	V,F1,F2, ToMV St, N	5.5	4.5

FUENTE: Reinoso y Cárdenas.

2.2 CULTIVOS HIDROPÓNICOS

2.2.1 Conceptos Generales

Según FAO (1998), En los cultivos hidropónicos las plantas crecen sin utilizar el suelo, sino un medio inerte tal como: la grava, arena, turba, vermiculita, piedra pómez, o aserrín, a los cuales se les añade una solución de nutrientes que contiene todos los elementos esenciales necesitados por la planta para su normal crecimiento y desarrollo. Los cultivos hidropónicos han llegado a ser una realidad para los cultivadores de tomate riñón en invernadero, virtualmente en todas las áreas climáticas alrededor de nuestro país, por medio de la utilización de sustratos existen-

tes en cada zona. Los cultivos hidropónicos aumentan significativamente la producción por unidad de superficie y mejoran la calidad de los productos. Estos cultivos son parte importante de la base tecnológica productiva de hortalizas de países desarrollados tales como Dinamarca, Suecia, Canadá, España, Francia, Estados Unidos de América, Japón, Reino Unido y Holanda. La hidroponía, como técnica de producción de alimentos, especialmente de hortalizas de alta sanidad y calidad, está siendo también considerada en distintos países de América Latina como una alternativa tecnológica apta y útil en el desarrollo de empresas, para la generación de ingresos y para el desarrollo de un sector agro exportador emergente en hortalizas, flores y plantas medicinales con alto valor agregado. Asimismo, se la ha integrado en sus versiones de menor sofisticación a programas sociales y económicos de superación de la pobreza. (9)

Factores que influyen en la nutrición del cultivo.

Según Fonseca (2000), el objetivo general de la fertilización es el de obtener el mayor rendimiento posible con un mínimo de costo y bajo invernadero, las plantas se encuentran en un medio artificial creado para controlar de mejor forma la nutrición los demás factores que afectan su crecimiento y desarrollo que depende de:

- Factores genéticos, es decir especie cultivada, ya que cada una de ellas tienen diferentes requerimientos de nutrientes.
- Factores ambientales, como la luz, CO₂, temperatura, humedad y agua disponible.

- Factores del medio de cultivo, como características químicas, textura, estructura, humedad, pH y nutrientes.

Tanto la temperatura como el pH, son factores determinantes en la nutrición, ya que existe una mayor absorción de nutrientes, con rangos óptimos de 20 a 25 °C y de 6 a 6,5 de pH. (10)

Nutrientes requeridos por la planta.

Cafarena (1995) establece que, el tomate es una planta ávida de nutrientes, para lo cual exige una adecuada nutrición si se desea obtener altos rendimientos. Bajo condiciones hidropónicas es posible obtener cosechas con un porcentaje del 20 al 25% mayor que en el suelo, siendo los nutrientes proporcionales a dichas cosechas, es de resaltar como el consumo de nutrientes se ajusta a la zona de mayor consumo que se encuentra localizada entre la cuarta y doceava semana.

Para los elementos mayores el potasio fue el que represento el mayor consumo, seguido por nitrógeno, calcio, magnesio, azufre, fósforo. Según estudios hechos en la sabana de Bogotá durante un periodo vegetativo de 21 a 23 semanas y con una producción de 6.3 Kg. y una densidad de siembra de 2.4 plantas por m² es el siguiente. (6)

Tabla 4, Fertilización

Nitrógeno.....	14.0 gr
Fósforo.....	1.50 gr
Potasio.....	23.8 gr
Calcio.....	7.01 gr
Magnesio.....	2.86 gr
Azufre.....	2.22 gr
Hierro.....	85 mg
Manganeso.....	99 mg
Cobre.....	4 mg
Zinc.....	55 mg
Boro.....	30 mg
Sodio.....	274 mg

Fuente: Cafarena

2.2.2 Cultivos sin Suelo

Según Magaña J. J. (2001), en las últimas décadas la horticultura intensiva, fundamentalmente de los países desarrollados, ha sufrido grandes cambios, de manera que la necesidad de incrementar las producciones para satisfacer la demanda de los mercados y para mantener la rentabilidad de estos sistemas productivos, ha llevado hacia un mayor control ambiental con el fin de poder optimizar el desarrollo de los cultivos.

En este sentido el control de la nutrición vegetal ha sido posible gracias a los sistemas de cultivo sin suelo, con los que se ha podido eliminar el efecto amortiguador ejercido por el suelo y así someter la plantación a las condiciones deseadas de fertirrigación. Para que un sistema de cultivo sin suelo pueda ser empleado a nivel comercial, es necesario que permita el desarrollo de la raíz en perfectas condiciones, de manera que debe aportar de forma óptima los siguientes elementos:

- Aireación: la raíz obtiene la energía que necesita por medio de la respiración quemando carbohidratos, y requiere por tanto disponer del oxígeno necesario para ello. Después de cada riego, y una vez establecido el equilibrio hídrico, deberá quedar en el medio suficiente aire para asegurar el suministro de oxígeno. Las necesidades dependerán de la intensidad respiratoria, que es función de la temperatura, la fase de desarrollo, etc., pero en cualquier caso se requiere que un mínimo de un 20-30 % del espacio útil quede ocupado por aire en sistemas que utiliza sustrato.

- Agua: deberá estar continuamente disponible para la planta en condiciones de extracción muy favorables. El volumen y la configuración de espacios condicionarán la frecuencia y dosis de riego.

- Solutos: entre los elementos químicos disueltos deberán encontrarse todos los necesarios para la nutrición de la planta en cantidades suficientes para prevenir las carencias, pero no excesivas para evitar niveles altos de presión osmótica a vencer por la raíz.

- Temperatura: deberá ser la apropiada para asegurar una óptima actividad biológica en la raíz. Si es excesivamente baja, ésta se ralentizará y si es demasiado alta, el exceso de actividad acarreará un despilfarro de energía. E incluso, si se sobrepasan ciertos valores extremos, la raíz muere.

Cualquier sistema de cultivo sin suelo adoptado funcionará tanto mejor cuanto más óptimamente proporcione los elementos antes mencionado.

Así, los sistemas con sustrato dependerán muy directamente del manejo del riego para conseguir un adecuado equilibrio aire / agua, mientras que en los hidropónicos es la aireación el principal problema, al contrario de lo que sucede en los aeropónicos, en los que la dificultad estriba en mantener humedecida toda la raíz.

2.2.3 Componentes de un Sistema de Cultivo sin Suelo

Magañan J.J. (2001), explica que cualquier sistema de cultivo sin suelo que se desarrolle, va a estar definido por tres componentes básicos, que son:

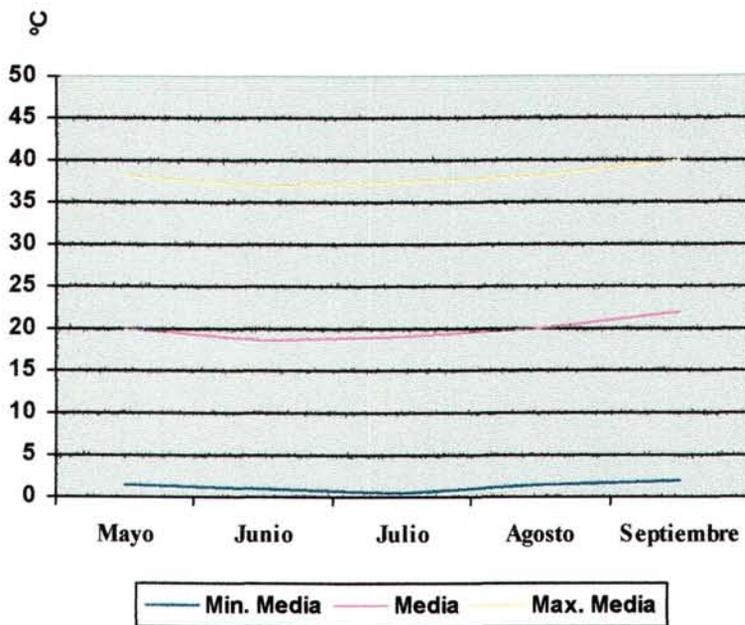
- a) Las unidades elementales de cultivo (sacos, macetas, canalones, etc.)
- b) El equipamiento adecuado (automatismos, equipo de riego, etc.)
- c) La tecnología necesaria para su correcto manejo.
- d)

Para conseguir un resultado satisfactorio del cultivo, conjuntamente será necesaria la presencia de estos elementos.

Se puede definir la unidad elemental de cultivo como el módulo básico que comprende un espacio de cultivo común, de características determinadas, y que es utilizado como rizosfera por una o más plantas que tienen sus raíces en contacto, empleando conjuntamente dicho espacio (tabla de lana de roca, saco de perlita,

días y cerrarse completamente al atardecer de no ser así las temperaturas pueden aproximarse a 49°C lo cual produce efecto de estrés hídrico en las plantas y reduce su rendimiento. Por otro lado también es necesario evitar abrir demasiado la cubierta, ya que si la sequedad del exterior es alta se puede producir estrés en las plantas en el interior del panqar huyu. (25)

Cuadro 2, Temperatura en el Interior del panqar huyu



2.3.2 Construcción del Panqar Huyu

Velazco (25), sostiene que el *panqar huyu* esta diseñado para construirse en forma rápida y sencilla, sin conocimientos elevados de construcción. Es muy versátil en cuanto a los materiales necesarios ya que se puede utilizar los que existe en la comunidad.

En el cuadro siguiente se detallan todos los materiales utilizados en cultivos ampliamente difundidos en el altiplano de Bolivia.

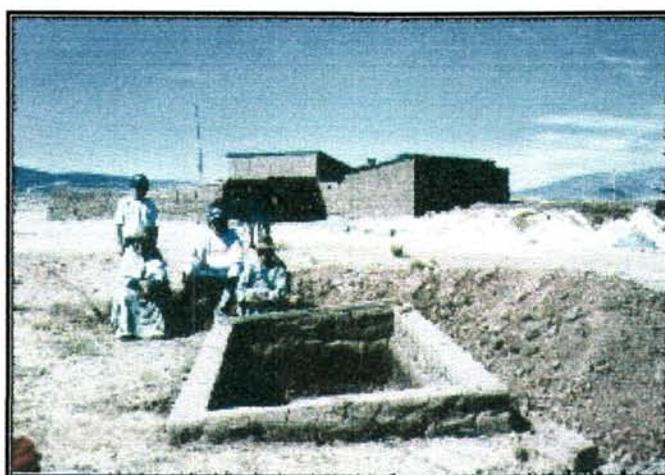
Cuando en el sistema de cultivo se utilizan sustratos amorfos, el contenedor con sus características propias influye directamente en el comportamiento del sustrato, condicionando sus propiedades físicas al adquirir la forma determinada por el contenedor. Cuando los sustratos son rígidos (lana de roca, pomina, etc.) o no existen (hidropónicos, aeropónicos, etc.), esto no sucede pero aún así condiciona enormemente las características de la rizosfera (pendiente, altura de agua, aislamiento, etc.), por lo que su importancia es muy grande en el comportamiento final del sistema.

b) Sustratos: como se ha comentado con anterioridad, el sustrato no siempre es necesario en los sistemas de cultivo sin suelo. Sin embargo, actualmente casi la totalidad de los sistemas empleados a nivel comercial utilizan algún tipo de sustrato.

Cualquier sustrato potencial tiene unas características y propiedades intrínsecas que debemos conocer y estudiar para diseñar el contenedor más apropiado, de forma que el módulo de cultivo resultante, sometido a un correcto manejo, proporcione a la raíz el medio favorable que veíamos con anterioridad. Dentro de estas propiedades tenemos tanto físicas (porosidad, retención de agua, densidad, estructura, granulometría), como químicas (capacidad de intercambio catiónico, poder tampón, solubilidad) y biológicas. (16)

La excavación es rectangular, tiene 1.30m de largo y 3m de ancho y 0.80 m de profundidad. El suelo de los primeros 20cm. que corresponde al horizonte de prácticas agrícolas, es el de mejor calidad para la horticultura, por eso se aparta a un lado. La tierra del fondo se acumula al otro lado y servirá para construir los bordes o bermas en las que se apoyara la tapa. La estabilidad y duración del *panqar huyu* depende del cuidado que se tiene al excavar para no desmoronar los bordes.

Figura1, Panqar Huyu en Bolivia.



Una vez finalizada la excavación se procede a nivelar el fondo. Luego se introduce la grava que también se debe nivelar. El propósito de la grava es drenar los excesos de riego, evitando anegamiento de la zona radicular y la muerte por asfixia.

El siguiente paso es introducir el sustrato o “cama de siembra”. Esta es una mezcla en partes iguales de abono de oveja y de suelo superficial que se aporta con anterioridad. (25)

Propiedades Químicas

- a) Baja o moderada capacidad de intercambio catiónico dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- b) Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- c) Baja salinidad.
- d) Elevada capacidad tampón y aptitud para mantener constante el pH.
- e) Mínima velocidad de descomposición.

Otras Propiedades

- a) Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos.
- b) Reproducibilidad y disponibilidad.
- c) Bajo costo.
- d) Fácil de mezclar.
- e) Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- f) Resistencia a cambios extremos físicos, químicos y ambientales.

2.2.4.1 Descripción General de Algunos Sustratos

SUSTRATOS NATURALES.

AGUA

Según Infoagro (2001), es común el empleo de agua como portador de nutrientes, aunque también se puede emplear como sustrato.

GRAVAS

Suelen utilizarse las que poseen un diámetro entre 5 y 15 mm. Destacan las gravas de cuarzo, la piedra pómez y las que contienen menos de un 10% en carbonato cálcico. Su densidad aparente es de 1.500-1.800 kg/m³. Poseen una buena estabilidad estructural, su capacidad de retención del agua es baja si bien su porosidad es elevada (más del 40% del volumen). Su uso como sustrato puede durar varios años. Algunos tipos de gravas, como las de piedra pómez o de arena de río, deben lavarse antes de utilizarse. Existen algunas gravas sintéticas, como la verculita, obtenida por tratamiento térmico de pizarras.

ARENAS

Las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. Su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es

Cebolla: La técnica para facilitar el cultivo y aprovechamiento intensivo de la superficie de cultivo de cada modulo, se hace mediante el transplante de cebollitas de almácigo. Después del transplante definitivo al panqar huyu el tiempo de cosecha de este cultivo se reduce a menos de 4 meses.

Lechuga: Su cultivo comienza con la siembra en almacigera, luego de tres a cuatro semanas se transplanta al lugar definitivo del panqar huyu con un espaciamiento de 25-30 cm entre hileras y 20-25 cm entre plantas, es decir, 48 lechugas si se cultiva todo el panqar huyu. La cosecha se realiza un mes después del transplante. Investigaciones de Martines y Sánchez (1998) reportan una producción de 362 gr. por planta, lo que significa alrededor de 22 Kg. por cosecha en cada panqar huyu.

Figura 2, Cosecha en el Panqar huyu



Las turbas rubias tiene un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 3,5 y 8,5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícola en semilleros.

CORTEZA DE PINO

Se pueden emplear cortezas de diversas especies vegetales, aunque la más empleada es la de pino, que procede básicamente de la industria maderera. Al ser un material de origen natural posee una gran variabilidad, las cortezas se emplean en estado fresco (material crudo) o compostadas. Las cortezas crudas pueden provocar problemas de deficiencia de nitrógeno y de fototoxicidad. Las propiedades físicas dependen del tamaño de sus partículas, y se recomienda que el 20-40% de dichas partículas sean con un tamaño inferior a los 0,8 mm es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0,1 a 0,45 g/cm³. La porosidad total es superior al 80-85%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, siendo su capacidad de aireación muy elevada. El pH varía de medianamente ácido a neutro. La cantidad de intercambio catiónico (CIC) es de 55 meq/100 g.

FIBRA DE COCO

Este producto se obtiene de fibras de coco. Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6,3-6,5) y una densidad aparente de 200 kg/m³. Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee.

SUSTRATOS ARTIFICIALES.

LANA DE ROCA

Es un material obtenido a partir de la fundición industrial a más de 1600 °C de una mezcla de rocas basálticas, calcáreas y carbón de coque. Finalmente al producto obtenido se le da una estructura fibrosa, se prensa, endurece y se corta en la forma deseada. En su composición química entran componentes como el sílice y óxidos de aluminio, calcio, magnesio, hierro, etc.

Es considerado como un sustrato inerte, con una C.I.C. casi nula y un pH ligeramente alcalino, fácil de controlar. Tiene una estructura homogénea, un buen equilibrio entre agua y aire, pero presenta una degradación de su estructura, lo que condiciona que su empleo no sobrepase los 3 años.

Es un material con una gran porosidad y que retiene mucha agua, pero muy débilmente, lo que condiciona una disposición muy horizontal de las tablas para que el agua se distribuya uniformemente por todo el sustrato

PERLITA

Material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1.000-1.200 °C de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1,5 y 6 mm, con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg/m³. Posee una capacidad de retención de agua de hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad; su C.I.C. es prácticamente nula (1,5-2,5 meq/100 g); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo,

pudiendo llegar a los 5-6 años. Su pH está cercano a la neutralidad (7-7,5) y se utiliza a veces, mezclada con otros sustratos como turba, arena.

VERMICULITA

Se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometido a temperaturas superiores a los 800 °C. Su densidad aparente es de 90 a 140 kg/m³, presentándose en escamas de 5-10 mm. Puede retener 350 litros de agua por metro cúbico y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse. Posee una elevada C.I.C. (80-120 meq/l). Puede contener hasta un 8% de potasio asimilable y hasta un 12% de magnesio asimilable. Su pH es próximo a la neutralidad (7-7,2).

ARCILLA EXPANDIDA

Se obtiene tras el tratamiento de nódulos arcillosos a más de 100 °C, formándose como unas bolas de corteza dura y un diámetro, comprendido entre 2 y 10 mm. La densidad aparente es de 400 kg/m³ y posee una baja capacidad de retención de agua y una buena capacidad de aireación. Su C.I.C. es prácticamente nula (2-5 meq/l). Su pH está comprendido entre 5 y 7. Con relativa frecuencia se mezcla con turba, para la elaboración de sustratos. (27)

2.2.4.2 Cultivos en Sacos Rellenos de Sustrato

Magañan J.J. (2001), Debido a los inconvenientes que presentan los sistemas de cultivo en bancadas, en las últimas décadas la tendencia más generalizada ha sido

el empleo de sustratos embolsados en sacos de plástico con un volumen y dimensiones variables en función del tipo de material empleado para el desarrollo del cultivo. A veces dichos sacos se cuelgan verticalmente, disponiéndose las plantas en agujeros laterales realizados en los mismos, pero lo normal es que se coloquen horizontalmente sobre el suelo, especialmente en cultivos hortícolas de porte alto. Dado que cada una de estas unidades se utiliza para unas pocas plantas, resulta más sencillo controlar los ataques de enfermedades de raíz, y asimismo es más fácil manejar y reponer el sustrato. Otra ventaja es que el contenedor, al ser de material plástico, resulta barato y ligero, ofreciendo al mismo tiempo unas buenas condiciones de capacidad.

Por contra, la principal desventaja es que se requiere una mayor uniformidad de riego al estar la raíz confinada en una unidad de cultivo de pequeño volumen.

El riego se mantiene hasta llenar completamente los sacos con solución nutritiva y posteriormente se deja el sustrato en saturación durante un par de días para que alcance un buen nivel de humedad. Transcurrido ese tiempo se está en disposición de abrir el agujero de salida del lixiviado. Puede ser conveniente no realizarlo inicialmente en la parte más baja, con el fin de dejar una reserva de agua en el fondo que favorezca el enraizamiento del cultivo. No obstante, una vez conseguido dicho enraizamiento es aconsejable eliminar la reserva haciendo otro agujero más bajo para evitar problemas de encharcamiento.

2.2.4.3 Cultivo en Arena

Según Enciclopedia Terranova (2001), es el cultivo sin suelo más utilizado. En algunos países de América y del medio Oriente se han establecidos cultivos en la costa empleando arena de playa previamente lavada, mientras que en el sur oriente de Estados Unidos se hace uso de arena de río lavada, a la que se le retira el limo más fino y la arcilla. La arena debe tamizarse de modo que pueda drenar con facilidad y no se embarre fácilmente después de un riego. Conviene evitar aquella de origen calcáreo, por el exceso de algunos de sus elementos y de manejo de pH. La arena puede utilizarse embancadas forradas con plásticos o extendiéndola sobre la superficie del invernadero.

2.2.2.4 Cultivo en Grava

Terranova (7), indica que es preciso escoger partículas con un diámetro entre $\frac{1}{16}$ y $\frac{3}{4}$ de pulgada con un diámetro de $\frac{1}{2}$ de diámetro, aproximadamente. En este tipo de cultivo se utiliza el sistema de subrrigación, en el que el agua mediante bombeo, fluye algunas pulgadas por encima de la superficie y luego drena hacia el depósito de nutrientes. Este sistema es conocido como sistema cerrado reciclado. La frecuencia de los riegos en esta clase de cultivos depende del tamaño y las superficies de las partículas, de la naturaleza y el tamaño de la cosecha y de los factores climáticos, requieren más frecuencia de riego los agregados lisos de forma regular y gran tamaño, las cosechas de porte elevados y con frutos, tiempo seco y caluroso así como las horas del mediodía.

El sistema cíclico permite un mayor aprovechamiento del agua y fertilizantes. El riego y la nutrición son uniformes en las plantas y proporcionan muy buena aireación a las raíces. Por el contrario, el desarrollo de las raíces en grava puede taponar la tubería de drenaje; y la acumulación de raíces de cosechas pasadas en el medio aumenta la capacidad de absorción de éste y por ello es necesario reducir el riego. Además algunas enfermedades, como por ejemplo Fusarium y Verticilium, se propagan con este sistema. Finalmente lo afilado e irregular de las partículas puede causar problemas a los cultivos de bulbos o raíces y a los tallos de las plantas.

2.3 EL PANQAR HUYU

Según Velasco (1999), la producción intensiva de hortalizas en ambientes atemperados e invernaderos, es una actividad que se ha llevado a cabo por más de 20 años en Bolivia y a sido impulsada por muchas instituciones que trabajan en el altiplano Boliviano. Debido a las características climáticas de la zona, es muy difícil cultivar extensivamente especies de clima templado a campo abierto.

Por medio de nuevas tecnologías se pretende disminuir los índices de desnutrición y carencia de alimentos protectores (con alto contenido de vitaminas y minerales) en esta región.

Al tomar en cuenta las consideraciones anteriores y como parte de una estrategia para ayudar a mejorar la calidad de vida el Benson Institute a desarrollado un

nuevo sistema de cultivo cuyo módulo atemperado se denomina **PANQAR HUYU**. (25)

2.3.1 Funcionamiento del Panqar Huyu.

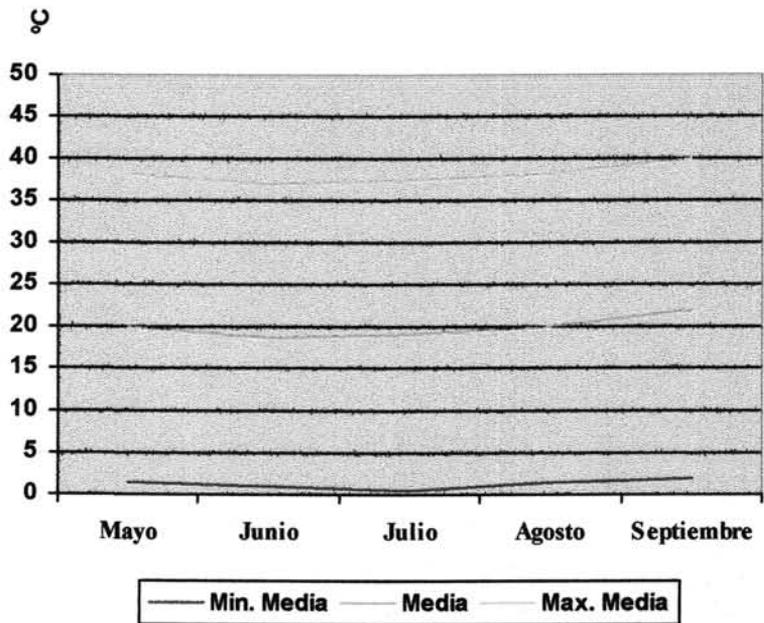
Velazco (25) explica que físicamente este sistema funciona como un acumulador de energía, en donde los rayos solares penetran la cubierta del polietileno, ya que tiene buena permeabilidad a la radiación de onda corta, pero es menos permeable a la radiación de onda larga que es emitida desde el interior. Por lo tanto, la luz del sol calienta el ambiente interior y el calor se va acumulando en el suelo y en las paredes. El sustrato de siembra acumula el calor durante el día y lo transmite lentamente al ambiente interior durante la noche, este efecto se incrementa cuando existe una buena humedad en el sustrato, ya que el agua posee un alto poder de almacenamiento de energía. Las paredes del panqar huyu, que son el perfil del suelo actúan como una masa térmica que regula mejor las temperaturas diurnas y nocturnas en comparación a las paredes delgadas.

En la época invernal en Bolivia, la temperatura máxima media para todo el periodo es de 38°C (100 °F), la mínima media es de 1.5°C (34 °F) y la media mensual para este periodo es de 19.9 °C (67.8 F). La humedad relativa dentro de este módulo oscila entre 20% al mediodía y 90% en las madrugadas, proporcionando condiciones favorables par el cultivo de la mayoría de las especies hortícolas de pequeño o mediano porte, incluso en la temporada más fría del año.

Sin embargo para evitar variaciones extremas de temperatura y permitir intercambios de gases, la cubierta se debe abrir aproximadamente de 30-40 cm. todos los

días y cerrarse completamente al atardecer de no ser así las temperaturas pueden aproximarse a 49°C lo cual produce efecto de estrés hídrico en las plantas y reduce su rendimiento. Por otro lado también es necesario evitar abrir demasiado la cubierta, ya que si la sequedad del exterior es alta se puede producir estrés en las plantas en el interior del panqar huyu. (25)

Cuadro 2, Temperatura en el Interior del panqar huyu



2.3.2 Construcción del Panqar Huyu

Velazco (25), sostiene que el *panqar huyu* esta diseñado para construirse en forma rápida y sencilla, sin conocimientos elevados de construcción. Es muy versátil en cuanto a los materiales necesarios ya que se puede utilizar los que existe en la comunidad.

En el cuadro siguiente se detallan todos los materiales utilizados en cultivos ampliamente difundidos en el altiplano de Bolivia.

Cuadro 3, Materiales para la Construcción de un Panqar Huyu.

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD	UNIDAD
Listones de madera	3.3.m de longitud 1.20 m de ancho	3	Pieza
Polietileno	calibre 10	7	m ²
Clavos	2" de longitud	25	Kg
Clavos	1.5" de longitud	25	Kg
Gomas	1" de ancho para arandelas	150	M
Estiércol de oveja	cernido y no fresco	39	m ³
Grava	2" de diámetro	39	m ³

Fuente: Noel Velazco

El proceso de construcción puede durar hasta cuatro días. En primer lugar se debe elegir el lugar apropiado, de preferencia un sitio un poco elevado para evitar inundaciones en época de lluvias, y si esta se la hace en una ladera se la debe orientar hacia el Norte con la finalidad de recibir mas luz solar durante el año (hemisferio sur) el suelo de la parte superior debe ser preferentemente de textura franca (no muy arcilloso o arenoso).

Es indispensable que la fuente de agua o pozo esté cerca, a menos de 30m para permitir un abastecimiento apropiado de agua todo el año, es muy importante que los animales no tengan acceso a la huerta. En el lugar seleccionado se demarcará el borde de la excavación con ayuda de estacas y cuerdas, el lado más largo debe coincidir con el eje este – oeste. Un método sencillo es ubicar verticalmente un madero durante horas de la mañana o al atardecer, de esa forma la sombra que proyecta indicará aproximadamente el eje buscado.

La excavación es rectangular, tiene 1.30m de largo y 3m de ancho y 0.80 m de profundidad. El suelo de los primeros 20cm. que corresponde al horizonte de prácticas agrícolas, es el de mejor calidad para la horticultura, por eso se aparta a un lado. La tierra del fondo se acumula al otro lado y servirá para construir los bordes o bermas en las que se apoyara la tapa. La estabilidad y duración del *panqar huyu* depende del cuidado que se tiene al excavar para no desmoronar los bordes.

Figura1, Panqar Huyu en Bolivia.



Una vez finalizada la excavación se procede a nivelar el fondo. Luego se introduce la grava que también se debe nivelar. El propósito de la grava es drenar los excesos de riego, evitando anegamiento de la zona radicular y la muerte por asfixia.

El siguiente paso es introducir el sustrato o “cama de siembra”. Esta es una mezcla en partes iguales de abono de oveja y de suelo superficial que se aporta con anterioridad. (25)

2.3.3 Operación Diaria del Panqar Huyu.

La operación diaria es sencilla; en el caso de siembras directas (Zanahoria, rabanito, etc.) puede mantenerse al ambiente cerrado 3-7 días para lograr una germinación más temprana, ya que las temperaturas elevadas aceleran el proceso, al cabo de este periodo el *panqar huyu* debe semiabrirse todos los días desde las 9 am hasta la 5 pm y cerrarse completamente en las noches. El eje de la semiapertura debe estar en el lado norte, por lo tanto en el lado sur el espacio de la apertura será de 30 cm. para los cultivos de vegetales que requieren de menos calor y 40 cm. para los de mas calor. Se puede mantener la cubierta semiabierta con la ayuda de estacas clavadas a 15 cm. del borde sur sobre las cuales descansará la cubierta bien asegurada. Durante la noche, el módulo debe permanecer cerrado. También es muy importante realizar continuas labores de desmalezado, para evitar las malezas compitan con el cultivo por nutrientes, agua y luz.

2.3.4 Como se Cultiva en el Panqar Huyu.

TAMAYO J (2001), indica que las labores de cultivo en el *panqar huyu* precisan de poco tiempo y son muy sencillas, la madre y los niños pueden ocuparse de estos, permitiendo así que el padre dedique su tiempo a otras actividades.

Se han cultivado diferentes especies hortícolas bajo el sistema de *panqar huyu* incluso en invierno. Algunas de ellas se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4, Hortalizas Cultivadas en el Panqar Huyu, en Bolivia

ESPECIES	TIEMPO HASTA LA COSECHA O PRIMER CORTE
Acelga	65-75 días para iniciar cortes semanales o quincenales
Apio	45 días para iniciar cortes semanales
Cebolla	3 ½ meses después del trasplante
Lechuga	1 mes después del trasplante
Perejil	40 días para iniciar cortes semanales
Zanahoria	4 ½ a 5 meses.

FUENTE: NOEL VELAZCO

2.3.5 Resultados Obtenidos en tros Cultivos.

Acelga: Esta especie da muy buenos resultados, inclusive en invierno. Bajo este sistema, la siembra se puede hacer en cualquier época del año. se comienza con almacigueras externas o de preferencia, en el interior del *panqar huyu*, en una superficie aproximadamente de 30 x 30 cm.

En Bolivia, el consumo de hortalizas es bajo, especialmente en regiones de altura como el altiplano (más de 3800 m.s.n.m.), en donde al implementarse el sistema de *panqar huyu*, se han obtenido buenos resultados en cultivos de acelga, rábano, nabo, perejil, lechuga, y otros; mejorando de esta manera la dieta y economía de dichas comunidades.

Apio: Demostró buena adaptación a este microclima con un crecimiento vigoroso. Las cosechas paulatinas pueden comenzar alrededor de dos meses después de la siembra en forma de cortes selectivos semanales o diarios. A medida que se hacen los cortes la producción aumenta.

Cebolla: La técnica para facilitar el cultivo y aprovechamiento intensivo de la superficie de cultivo de cada modulo, se hace mediante el transplante de cebollitas de almácigo. Después del transplante definitivo al panqar huyu el tiempo de cosecha de este cultivo se reduce a menos de 4 meses.

Lechuga: Su cultivo comienza con la siembra en almacigera, luego de tres a cuatro semanas se transplanta al lugar definitivo del panqar huyu con un espaciamiento de 25-30 cm entre hileras y 20-25 cm entre plantas, es decir, 48 lechugas si se cultiva todo el panqar huyu. La cosecha se realiza un mes después del transplante. Investigaciones de Martines y Sánchez (1998) reportan una producción de 362 gr. por planta, lo que significa alrededor de 22 Kg. por cosecha en cada panqar huyu.

Figura 2, Cosecha en el Panqar huyu



2.4 INDUSTRIALIZACIÓN DEL TOMATE

2.4.1 El Tomate en Conserva

Según Infoagro (2001), la conserva del tomate ha sido tradicional a nivel familiar desde principios de siglo, pero en la década de los 70, experimentó un gran auge, que se ha mantenido hasta la actualidad. Son numerosas las formas de presentación del tomate en conserva: tomate natural pelado y triturado, tomate frito, tomate concentrado, zumo de tomate, salsas de tomate, etc.

Según datos del Ministerio de Agricultura (México) en el año 1996 se vendieron 1.987.083 Tm. de tomate para consumo en fresco y 1.242.080 Tm. para la transformación del tomate. (26)

2.4.2 Proceso Básicos para Industrialización

2.4.2.1 Clasificación

Infoagro (2001), nos dice que la clasificación y selección de los tomates permite que sean más adecuados para la automatización de operaciones como el pelado. La selección permite un mejor control de los pesos añadidos a los envases de venta normalizados. La selección puede llevarse a cabo por tamaño, peso, forma y color.

2.4.2.2 Selección

Esta se lleva a cabo para mantener la calidad del producto final, eliminando aquellos tomates que no reúnan los requisitos. La selección se puede llevar a cabo de forma manual o de forma automática.

La selección manual la realizan una serie de operarios que se disponen a lo largo de la mesa de selección; estos desecharán los tomates que no reúnan los requisitos de calidad.

La selección mecánica tiene como inconveniente su costo de instalación, pero se reducen los costes mano de obra con respecto a la selección manual.

2.4.2.3 Limpieza

En tomate se utilizan diversos métodos para su limpieza:

- Lavado por aspersión

Es probablemente el método más utilizado. Se disponen los productos bajo unas duchas que limpian. La eficiencia del lavado depende de la presión del agua empleada, el volumen de agua utilizado, el tiempo de lavado y la temperatura del agua.

Estos aspersores suelen disponerse sobre una cinta de rodillos por la que van pasando los tomates.

- Lavado por inmersión

A veces este método se emplea antes del lavado por aspersión, pero en otras ocasiones constituye el único método de limpieza. Consiste en introducir los tomates en el depósito de inmersión y se puede producir movimiento del producto o del agua mediante unas paletas para aumentar la efectividad del proceso.

2.4.2.4 Escaldado

Es un tratamiento térmico en el que se mantienen los tomates a una temperatura próxima a 95° durante algunos minutos. Los medios que se utilizan para el escaldado son el agua caliente y el vapor de agua. El escaldado cumple una serie de objetivos:

- Se incrementa la densidad del producto y de este modo no flota en el líquido de gobierno.

- El número de microorganismos presentes se reduce a veces hasta en un 90 %. El tiempo y la temperatura alcanzada serán determinantes en la reducción de los microorganismos.

- Se consigue que la temperatura en el interior del envase durante la esterilización coincida con la temperatura de saturación del vapor de agua a la temperatura del proceso. De este modo, no peligran los cierres del envase

- La concentración de oxígeno residual en el interior del envase es mínima, de forma que se impide la oxidación del producto y la corrosión de la hojalata, si este es el envase elegido.

El escaldado produce en los tomates una serie de modificaciones que afectan a:

- Nutrientes; se pierden sales minerales, vitaminas hidrosolubles y otros componentes solubles en agua.

- Textura; se ablanda el tomate, lo que facilita el acondicionamiento en los envases.

- Sabor y color; varían el sabor de los tomates y en ocasiones el escaldado resalta el color de los mismos por la acción del aire sobre su superficie.

2.4.3.5 Envasado

El envasado tiene la función de proteger adecuadamente al producto de la contaminación por agentes externos, tanto bióticos como abióticos. El envase debe conservar las propiedades intrínsecas del producto tales como sabor, olor, aroma, etc.

Los envases para la venta al consumidor de tomate en conserva suelen ser metálicos, de vidrio, o de combinaciones cartón-plástico-aluminio. La elección de cada envase es función de la presentación del producto (entero, salsa, triturado, frito, etc.) y del tiempo y las condiciones en las que se quiera conservar.

exceso de humedad, problemas fitosanitarios, etc. A continuación se ubico la posición exacta donde van a ir los *panqar huyus* para lo cual se tomo como referencia el trayecto del sol (Velazco), en donde el lado más largo debe coincidir con el este-oeste con la finalidad de poder aprovechar las horas de luz en el día.

Figura 3, Toma de medidas para la Excavación



3.3.3 Delimitación

Una vez que se determino el lugar de cada repetición se delimitó con el fin de evitar la entrada de animales, para lo cual necesitamos de: cinta métrica, pingos, alambre de púas, grampas, clavos, malla, y esta quedo a una distancia de $1\text{m } \frac{1}{2}$ de los panqar huyus.

Figura 4, Delimitación de los Panqar huyus.



3.3.4 Construcción del Panqar huyu.

Excavación: Con la ubicación y delimitación hecha se procedió a excavar los *panqar huyus*, para lo cual se humedeció el terreno un día antes para facilitar el trabajo, al momento de estar excavando se tomo muy en cuenta la nivelación de las paredes para evitar un desmoronamientos en lo posterior, a causa de las fuertes lluvias que existen en el lugar por el invierno y puede ocurrir cuando se la hace muy pronunciada en la parte inferior del perfil del suelo del *panqar huyu*, o se corre el riesgo de perder el área de cultivo.

Las dimensiones del panqar huyu fueron las siguientes:

Largo: 3.00 m

Ancho: 1.30 m

Profundidad: 1.00 m

Cuando se termino de excavar se hizo un pequeño canal alrededor del panqar huyu a una distancia de 50 cm. Para evitar que caiga agua lluvia dentro del mismo.

La tierra extraída fue esparcida en un pequeño huerto para uso familiar.

Figura 5, Inicio de la Excavación



Figura 6, Fin de la Excavación



3.3.5 Construcción de la cubierta

Para la construcción de la cubierta se compró listones de 5 x 5 cm. de espesor, y alfajías para tensar el polietileno. Se cortó 2 listones de 3.20 cm.(largo), y 4 listones de 1.40 cm. (ancho). Es conveniente dejar una distancia adicional de 20 cm. para evitar que la tapa quede con una dimensión igual que la del panqar huyu. Una vez cortados los listones se prosiguió a armar la tapa para utilizando clavos de 2 1/2 pulgadas tomando muy encuesta que los listones pequeños van a una distancia de 35 cm. entre si.

Una vez terminado el armazón, se extendió sobre este el polietileno de 3.50 m de largo x 1.50 m de ancho, luego se procedió a tensar el mismo para lo cual se le dio dos vueltas en las alfajías, clavando el un lado y se tensó hacia el otro lado dejando un pliegue por el borde del polietileno, se apoyo el dobles sobre el polietileno y luego se sujetó con clavos. Se tomo mucho cuidado en que el polietileno este muy bien tensado ya que esto evitaría la formación de bolsas de agua en la cubierta de la tapa, las cuales son ocasionadas por la precipitación pluvial.

Figura 7, Construcción del armazón



Figura 8, Instalación del Plástico



3.3.6 Construcción de los Bordes

Se construyó de dos maneras diferentes, una fue con barro, y la otra con adobe y piedra, dando excelentes resultados, esto se lo hizo en el borde norte de la excavación con la finalidad de poder tener un cierre casi hermético durante la noche, es aconsejable crear una pendiente a la cubierta para así facilitar el desagüe del agua lluvia.

A continuación se hizo las zanjas de drenaje alrededor de la excavación para ayudar a evacuar el agua lluvia.

Figura 9, Zanjas de drenaje



3.3.7 Germinación de la Semilla.

Se vio conveniente plantar dos variedades de tomate riñón, que reúnan las características antes mencionadas para poder elaborar salsa de tomate, que tengan un fácil manejo y sobre todo resistencia de la planta a enfermedades, rendimiento de la planta cuando este en producción, dureza del fruto, sólidos solubles del fruto y duración del fruto en días después de la cosecha.

Las variedades que se sembraron fueron Fortaleza y Daniela.

La noche anterior a la siembra se colocó las semillas en un poco de leche, con la finalidad de reducir el tiempo de germinación. Para mejorar la germinación y

evitar problemas de fitosanidad se utilizó como sustrato turba canadiense, la cual debe estar húmeda, la misma que se la ubico en la cubeta de germinación, en donde se procedió a sembrar las semillas colocando una en cada sitio.

Una vez realizada esta tarea se tapó el semillero durante los primeros días, para evitar la entrada de luz solar directa ya que esto retarda el tiempo de germinación, luego se dio un riego esporádico tomando en cuenta que el sustrato debe estar siempre húmedo, y se esperó 21 días para el transplante.

3.3.8 Preparación del Sustrato

Con el cascajo y la arena recolectada se comenzó a cernirlos con la finalidad de separar las partículas grandes y tener un sustrato homogéneo y así tener condiciones adecuadas para un desarrollo normal de las raíces. A continuación se lavo los sustratos con agua para eliminar residuos de tierra y sales presentes.

Enseguida se desinfectó los sustratos utilizando para esto agua hirviendo o en su defecto un desinfectante para hongos, nematodos y finalmente se procedió a enfundar.

Figura 10, Lavado del sustrato



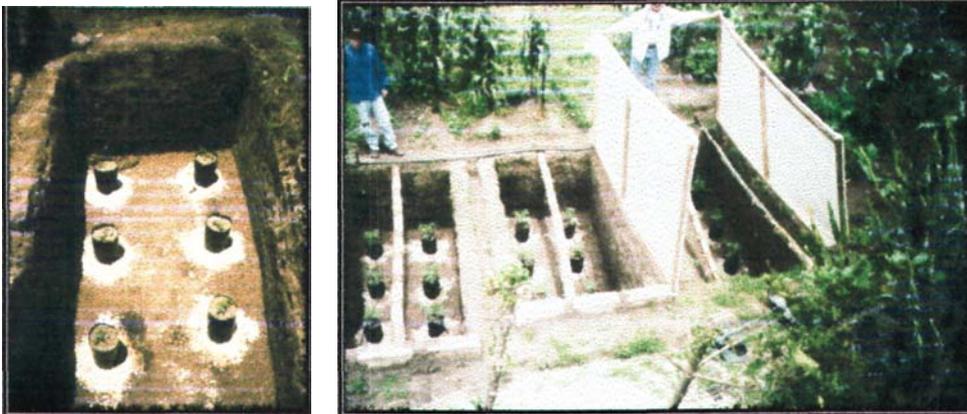
Figura 11, enfundado del sustrato



3.3.9 Transplante de plántulas al Panqar huyu

Luego de los 21 días las plántulas alcanzaron una altura promedio de 10 cm. y estuvieron listas para su transplante, para esto se sorteó las variedades quedando estipuladas 24 plantas para cada repetición y 8 para cada panqar huyu, en un total de 72 plantas para todo el ensayo.

Figura 12, Plántulas bloque 1 Figura 13, Plántulas bloque 2



3.3.10 Crecimiento de las Plantas

Los datos del crecimiento de las plantas se tomaron tres veces por semana en cada repetición. Hay que destacar que las plantas no tuvieron un mayor tamaño por lo que se hizo un despunte de la inflorescencia la razón fue que esta empezó a tocar el plástico y se corría el riesgo de que se quemara.

3.3.11 Tutores

Cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 30 cm. se hizo el tutoreo respectivo en cada bloque para lo cual se utilizó alambre N° 14, cinta de tutoraje y estacas, las cuales se utilizaron al extremo de los *panqar huyu* y sirvan de soporte para el alambre.

Figura 14, Tutores Bloque 1



3.3.12 Controles fitosanitarios.

Tuvimos la presencia de *Alternaria solani* para lo cual utilizamos Ridomil y se la pudo erradicar a tiempo, utilizando 1gr. /lt.

Para la presencia de *Bemisia tabaci* (mosca blanca) fumigamos con Cyperpact a razón de 1cc/lt. y la forma de fumigar era de abajo hacia arriba tratando de que la solución llegue al envés de la hoja, ya que es ahí donde se agrupaban los huevos de la mosca.

También se utilizó Orten a razón de 0.5cc/lt. para combatir el *Scrobipalpula absoluta* (minador de hoja).

Figura 15, Control de Plagas



3.3.13 Cosecha

Se la realizo a partir de los 100 días después del transplante, y se la hizo una vez por semana clasificándolos por cada tratamiento. Para la cosecha se tomo muy en cuenta el estado de madurez de los tomates, que fue de un color rojo intenso ya que es el indicado para procesos industriales.

Figura 16 y 17, Cosecha bloque 1



3.3.14 Rendimiento

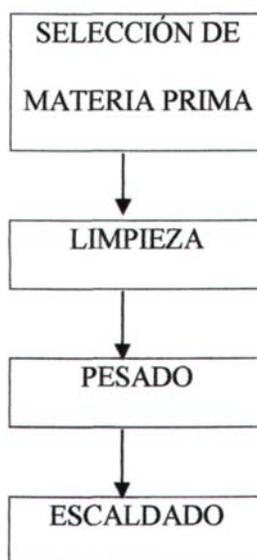
Se lo determinó mediante lectura directa con una balanza analítica sumando el peso total de los tomates en cada tratamiento y por cada repetición, el valor fue expresado en gr. por planta.

Figura 18 y 19, Rendimiento



2.3.13 Proceso de Industrialización del Tomate

El proceso de elaboración de la salsa se lo hizo de acuerdo al siguiente flujograma:



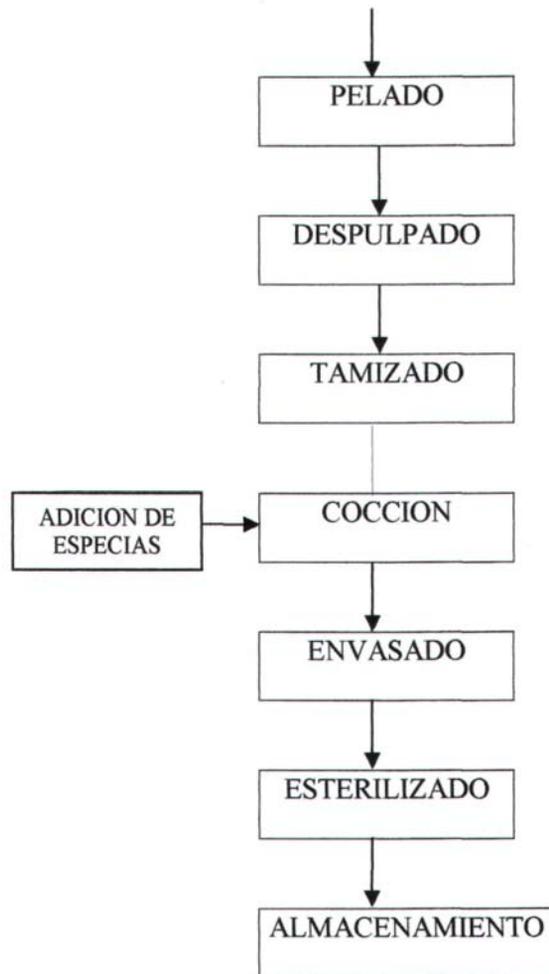


Figura 20 y 21, Elaboración de la salsa de tomate en la comunidad



3.2.4 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

Repeticiones	3
Tratamientos	6
Unidades experimentales	18

Características de la Unidad Experimental- Cada unidad experimental constó de 4 plantas, 2 variedades y 1 sustrato diferente.

3.2.5 CARACTERÍSTICAS DEL PANQAR HUYU (PARCELA GRANDE)

Las dimensiones de la construcción original fueron modificadas por el tipo de cultivo y así aprovechar al máximo el rendimiento de cada variedad.

- Ancho	1.30 m
- Largo	3.00 m
- Profundidad	1.00 m
- Zanjas	0.50 m a cada lado

Características de la siembra:

- Distancia entre surcos	0.50 m
- Distancia entre plantas	0.50 m
- Distancia entre tratamientos	0.50 m
- N° de plantas por hilera	4
- N° de plantas por <i>pangar huyu</i>	8

- Luego el color de la muestra cambio a un tono rosa, se espero durante unos segundos para ver si el tono permanecía y de ser así sé toma el dato en la bureta y se calcula la cantidad de hidróxido de sodio utilizado para neutralizar la acidez de la muestra.

$$\% \text{ de acidez} = \frac{A \times B \times C \times 100}{D}$$

Donde:

A: cantidad en mililitros del hidróxido de sodio.

B: normalidad del hidróxido usado.

C: peso equivalente en gramos del ácido predominante en el producto, en este caso el ácido cítrico 64.

D: peso de la muestra en miligramos.

Figura 22, Análisis en el laboratorio



En algunas variables se detectó diferencia significativa para variedades por lo que se realizó una prueba de D.M.S. al 5% y Comparaciones Ortogonales para los sustratos.

3.2.8 VARIABLES EVALUADAS

- Crecimiento de las plantas en los diferentes sustratos.
- Rendimiento por planta de cada variedad y en cada tratamiento.
- Tamaño del fruto al momento de la cosecha.
- Determinación de los sólidos solubles del fruto de cada variedad.
- Determinación del pH del fruto en cada variedad.
- Análisis del olor, sabor, textura de la salsa de tomate elaborada a partir de las dos variedades en investigación.

3.3 MANEJO ESPECIFICO DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 Preparación del Terreno

3.3.2 Ubicación

Se hizo un reconocimiento del sector, tomando en cuenta las condiciones adecuadas para realizar el ensayo por lo que se sugirió tres lugares en diferente ubicación pero con características climatológicas iguales. Se tomó muy en cuenta que el lugar donde se realice la excavación sea en lo posible libre de piedras, alejado de letrinas ya que esto puede generar contaminación, debe contar con una toma de agua cercana para facilitar el riego, que no tenga antecedentes de ser un lugar pantanoso ya que existe el riesgo que se presente la salida de aguas freáticas durante el invierno, y esto dificultaría al desarrollo normal de la planta ocasionando un

exceso de humedad, problemas fitosanitarios, etc. A continuación se ubico la posición exacta donde van a ir los *panqar huyus* para lo cual se tomo como referencia el trayecto del sol (Velazco), en donde el lado más largo debe coincidir con el este-oeste con la finalidad de poder aprovechar las horas de luz en el día.

Figura 3, Toma de medidas para la Excavación



3.3.3 Delimitación

Una vez que se determino el lugar de cada repetición se delimitó con el fin de evitar la entrada de animales, para lo cual necesitamos de: cinta métrica, pingos, alambre de púas, grampas, clavos, malla, y esta quedo a una distancia de 1m Vz de los panqar huyus.

Figura 4, Delimitación de los Panqar huyus.



3.3.4 Construcción del Panqar huyu.

Excavación: Con la ubicación y delimitación hecha se procedió a excavar los *panqar huyus*, para lo cual se humedeció el terreno un día antes para facilitar el trabajo, al momento de estar excavando se tomo muy en cuenta la nivelación de las paredes para evitar un desmoronamientos en lo posterior, a causa de las fuertes lluvias que existen en el lugar por el invierno y puede ocurrir cuando se la hace muy pronunciada en la parte inferior del perfil del suelo del *panqar huyu*, o se corre el riesgo de perder el área de cultivo.

Las dimensiones del panqar huyu fueron las siguientes:

Largo: 3.00 m

Ancho: 1.30 m

Profundidad: 1.00 m

Cuando se termino de excavar se hizo un pequeño canal alrededor del panqar huyu a una distancia de 50 cm. Para evitar que caiga agua lluvia dentro del mismo.

La tierra extraída fue esparcida en un pequeño huerto para uso familiar.

Figura 5, Inicio de la Excavación



Figura 6, Fin de la Excavación



4.1.4 ACEPTABILIDAD

Tabla 9, Valores asignados a cada muestra

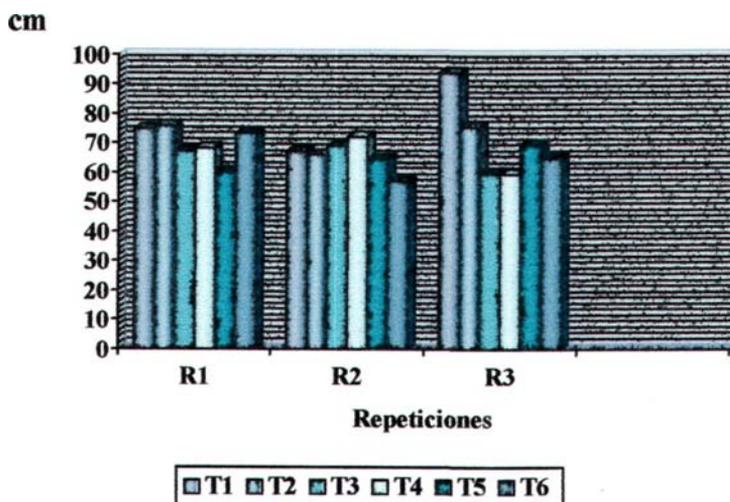
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	I	I ²
T1	1	1.5	1.5	1	1.5	1	7.5	56.25
T2	2	1.5	1.5	2	1.5	2	10.5	110.25

El valor $\chi^2 = 0.95$ no era significativo comparado con χ^2 al 5% = 11.071. El T2 demostró ser mucho mejor en calidad, apariencia y mejores características que el T1.

4.2 Variables Cuantitativas Durante el Cultivo y en el Fruto

4.2.1 Altura

Gráfico 1, Altura por planta.

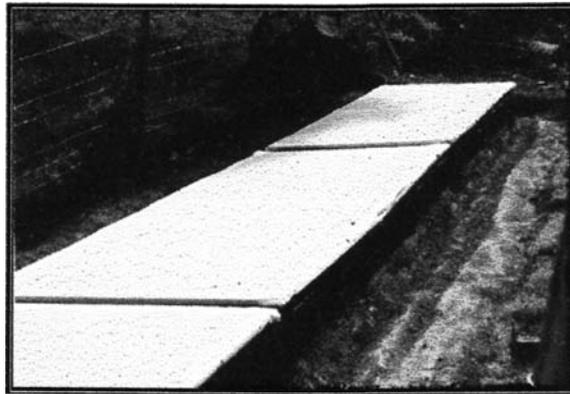


3.3.6 Construcción de los Bordes

Se construyó de dos maneras diferentes, una fue con barro, y la otra con adobe y piedra, dando excelentes resultados, esto se lo hizo en el borde norte de la excavación con la finalidad de poder tener un cierre casi hermético durante la noche, es aconsejable crear una pendiente a la cubierta para así facilitar el desagüe del agua lluvia.

A continuación se hizo las zanjas de drenaje alrededor de la excavación para ayudar a evacuar el agua lluvia.

Figura 9, Zanjas de drenaje



3.3.7 Germinación de la Semilla.

Se vio conveniente plantar dos variedades de tomate riñón, que reúnan las características antes mencionadas para poder elaborar salsa de tomate, que tengan un fácil manejo y sobre todo resistencia de la planta a enfermedades, rendimiento de la planta cuando este en producción, dureza del fruto, sólidos solubles del fruto y duración del fruto en días después de la cosecha

Las variedades que se sembraron fueron Fortaleza y Daniela.

T a noche anterior a la siembra se colocó las semillas en un poco de leche, con la finalidad de reducir el tiempo de germinación Para mejorar la germinación y

4.2.2 RENDIMIENTO

Gráfico 2, Rendimiento por Planta

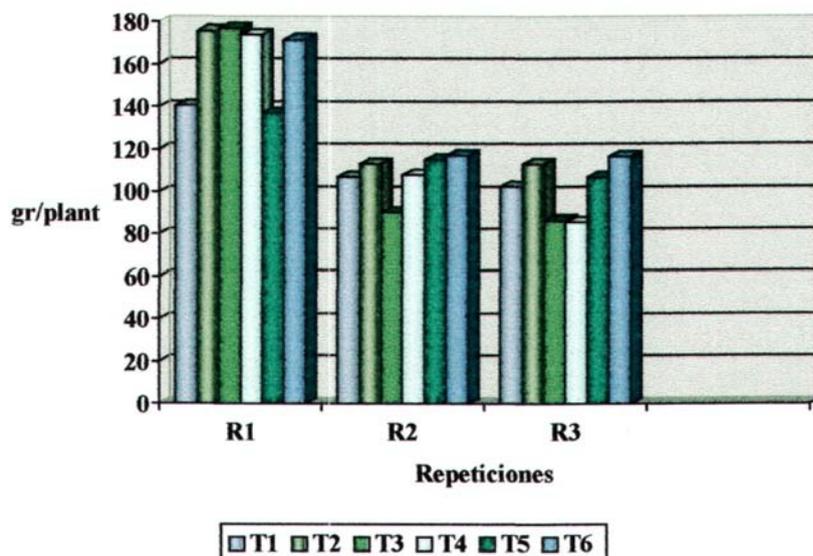


Tabla 11, Análisis de Varianza del rendimiento por planta de cada tratamiento al momento de la cosecha.

Fv	Gl	SC	CM	F. Cal	F. Tab.	
					5%	1%
Rep	2	13316.05				
Sus.	2	164.12	82.06	0.23	6.94	18
Error(A)	4	1403.6	350.9			
Var.	1	696.88	696.88	6.15*	5.99	13.75
I (SxV)	2	136.6	68.3	0.60	5.14	10.92
Error(B)	6	680.27	113.38			
Total	17	16397.52				

$$CV_A = 15.06\%$$

$$CV_B = 8.56\%$$

Los resultados obtenidos en el ADEVA de la variable rendimiento determinaron que no existe diferencia significativa para sustratos e interacción. Pero si se detecta una significancia al 5% entre variedades por lo que se hizo una prueba de DMS al 5% dándonos como resultado que la variedad Daniela con una media de 130.6gr/planta fue superior a la variedad Fortaleza con una media de 118.1

gr/planta. Demostrando así que el rendimiento en los tratamientos en los que se utilizó la variedad Daniela fue mayor que el rendimiento en el que se utilizó la variedad Fortaleza (Anexo 2).

Según Red Hidroponía, 2001 la primera cosecha se debe lograr entre 60 y 70 días dependiendo de la variedad, manejo agronómico y del manejo nutricional se puede tener de 15 a 25 Kg./plant.(5)

Según la Biblioteca de la Agricultura los tomates indicados para uso industrial deben ser cosechados cuando rengan un tono rojo maduro intenso. (4)

4.2.3 DIÁMETRO

Gráfico 3, Diámetro del Fruto

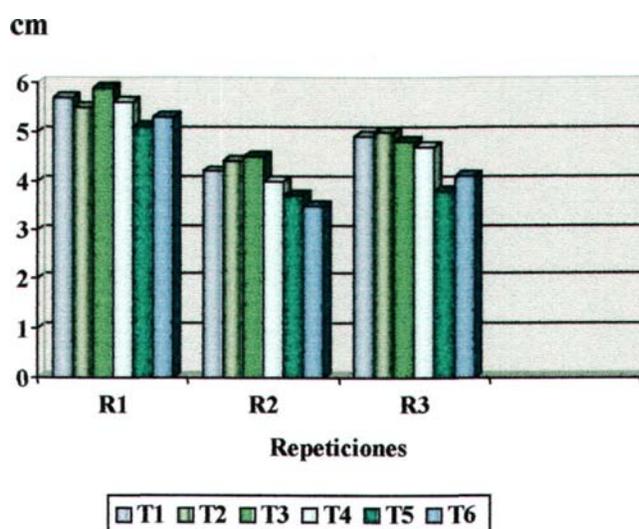


Figura 14, Tutores Bloque 1



3.3.12 Controles fitosanitarios.

Tuvimos la presencia de *Alternaria solani* para lo cual utilizamos Ridomil y se la pudo erradicar a tiempo, utilizando 1gr. /lt.

Para la presencia de *Bemisia tabaci* (mosca blanca) fumigamos con Cyperpact a razón de 1cc/lt y la forma de fumigar era de abajo hacia arriba tratando de que la solución llegue al envés de la hoja, ya que es ahí donde se agrupaban los huevos de la mosca.

También se utilizó Orten a razón de 0.5cc/lt. para combatir el *Scrobipalpula absoluta* (minador de hoja).

4.2.4 SÓLIDOS SOLUBLES

Gráfico 5, Sólidos Solubles del Tomate

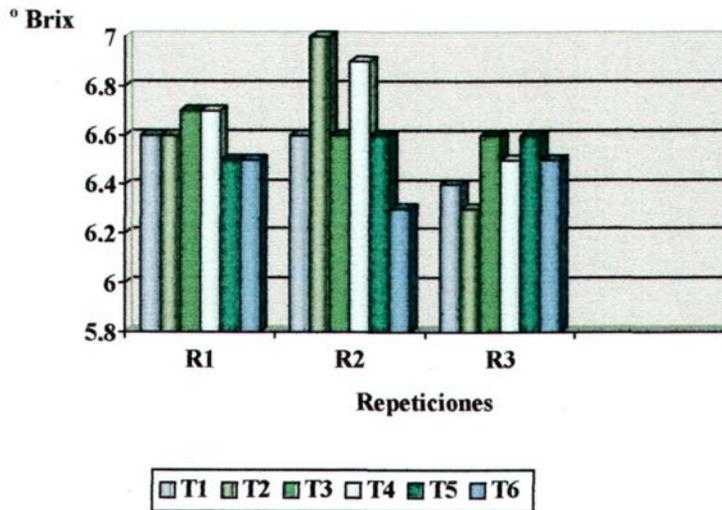


Tabla 13, Análisis de Varianza de los Sólidos Solubles de los tomates de cada tratamiento al momento de la cosecha.

FV	F. Tab					
	GL	SC	CM	F. Cal	5%	1%
Rep.	2	0.103				
Sus.	2	0.083	0.042	1.11	6.94	18
Error (A)	4	0.153	0.038			
Var.	1	0.001	0.001	0.04	5.99	13.75
I(SxV)	2	0.048	0.024	1.04	5.14	10.92
Error (B)	6	0.137	0.023			
Total	17	0.525				

$$CV_A = 2.96\%$$

$$CV_B = 2.30\%$$

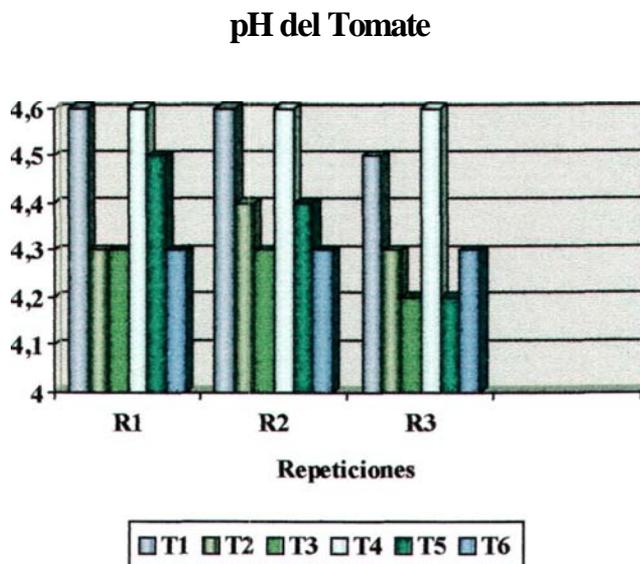
Los resultados obtenidos en el ADEVA de la variable sólidos solubles determinan que no hay significancia para los sustratos, variedades, e interacción. (Anexo 4)

Pero se detectó una diferencia no estadística entre los tratamientos en donde T₆ es menor que los otros tratamientos siendo la mas óptima para procesar, pero no llegan a los parámetros necesarios para elaborar salsa de tomate, demostrando que los sustratos empleados si influyen en los sólidos solubles.

Para Arteaga, un tomate óptimo para industrializar debe tener una cantidad de sólidos solubles de 3 a 6 °BRIX. (2)

4.2.5 pH del tomate

Gráfico 6, pH del tomate



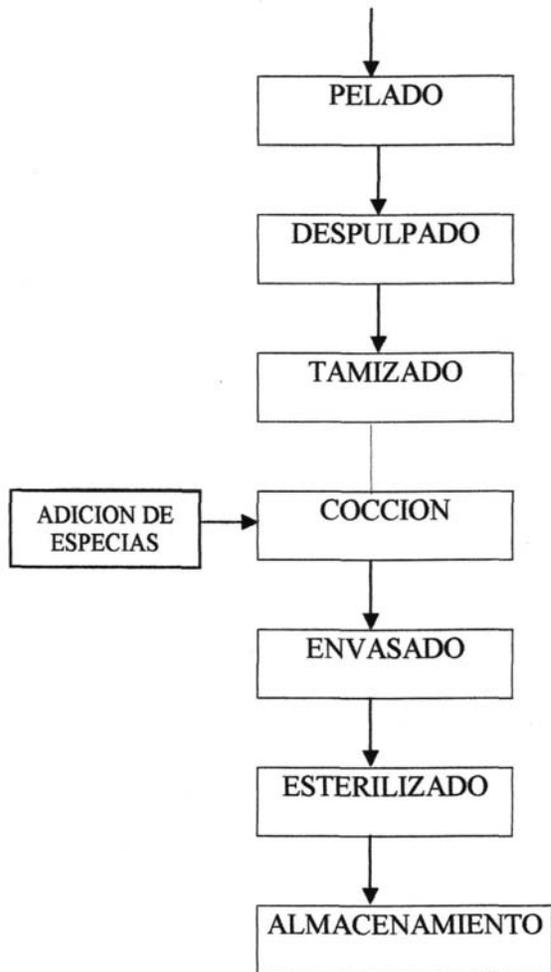
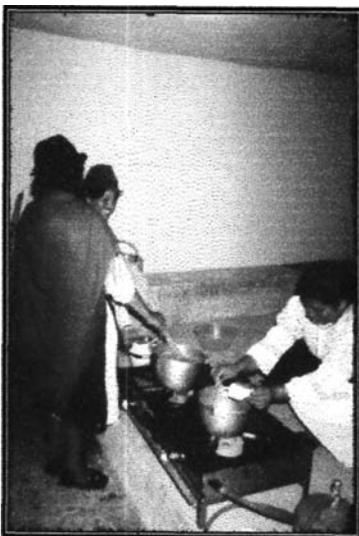


Figura 20 y 21, Elaboración de la salsa de tomate en la comunidad



4.2.6 Acidez del tomate

Gráfico 7, de la acidez del tomate

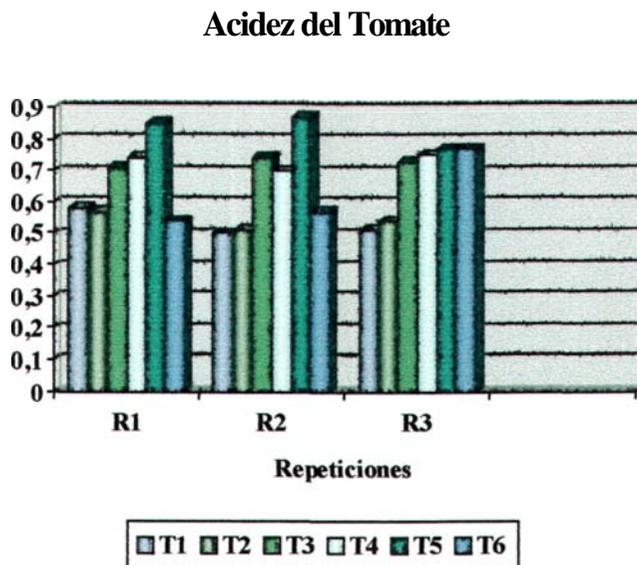


Tabla 15, Análisis de Varianza de la acidez de los tomates de cada tratamiento, al momento de la cosecha.

Fv	Gl	SC	CM	F.Cal	F. Tab.	
					5%	1%
Repeticiones	2	0.003				
Sustratos	2	0.15	0.075	37.5**	6.94	18
Si Vs S2	1	0.11	0.11	55**	6.94	18
S ₁ y S ₂ vs S ₃	1	0.04	0.04	20*	6.94	18
Error (A)	4	0.009	0.002			
Variedades	1	0.018	0.018	3.6	5.99	13.75
I (SxV)	2	0.044	0.022	4.4	5.14	10.92
Error (B)	6	0.033	0.005			
Total	17	0.256				

$$CV_A = 6.73\%$$

$$CV_B = 10.71\%$$

Al analizar los resultados del ADEVA de la variable acidez se determinó que si hay significancia para sustratos por lo que se hizo comparaciones ortogonales de-

- Luego el color de la muestra cambio a un tono rosa, se espero durante unos segundos para ver si el tono permanecía y de ser así sé toma el dato en la bureta y se calcula la cantidad de hidróxido de sodio utilizado para neutralizar la acidez de la muestra.

$$\% \text{ de acidez} = \frac{A \times B \times C \times 100}{D}$$

Donde:

A: cantidad en mililitros del hidróxido de sodio.

B: normalidad del hidróxido usado.

C: peso equivalente en gramos del ácido predominante en el producto, en este caso el ácido cítrico 64.

D: peso de la muestra en miligramos.

Figura 22, Análisis en el laboratorio



3.3.18 Análisis de pH

Tomamos una muestra de cada uno de los tratamientos, se la trituro y se puso en un vaso de precipitación, luego colocamos el pHmetro a una temperatura ambiente y esperamos un momento hasta que la lectura se estabilice, para luego proceder a tomar los datos respectivos.

2.3.16 Diámetro del Tomate

El diámetro del tomate se tomó al momento de la cosecha. Se midió con un pie de rey (instrumento de precisión para medir diámetros), a cada tomate cosechado.

CAPITULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación, que determinan las diferentes variables se detallan a continuación.

4.1 Variables Organolépticas en la Salsa de Tomate

4.1.1 OLOR

Los resultados obtenidos a partir de las dos muestras de la salsa de tomate se muestran a continuación:

Tabla 6, Valores asignados a cada muestra

	DI	D2	D3	D4	D5	D6	Z	Z ²
T1	1.5	1	1.5	1.5	1	1	7.5	56.25
T2	1.5	2	1.5	1.5	2	2	10.5	110.25

A estos valores se le aplicó la prueba de Friedman y dio como resultado $\chi^2 = 0.95$ el cual demostró que no hay significancia frente a χ^2 al 5% = 11.071, pero para el panel de degustación el T₂ fue mejor ya que su olor era más suave y agradable.

4.1.2 SABOR

Tabla 7, Valores asignados a cada muestra

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Σ	Σ²
T1	1.5	1	1	1	2	1.5	8	64
T2	1.5	2	2	2	1	1.5	10	100

El resultado que nos dio al aplicar la prueba de Friedman $\chi^2 = 0.12$ no eran significativo comparado con χ^2 al 5% = 11.071. El T2 tuvo su sabor más suave y característico, sin mucha acidez.

4.1.3 TEXTURA

Tabla 8, Valores asignados a cada muestra

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	I	I²
T1	1	1	1	1	1.5	1.5	7	49
T2	2	2	2	2	1.5	1.5	11	121

El resultado que nos dio al aplicar la prueba de Friedman $\chi^2 = 2.1$ no eran significativo comparado con χ^2 al 5% = 11.071. El T2 tuvo una textura mas compacta y firme.

4.1.4 ACEPTABILIDAD

Tabla 9, Valores asignados a cada muestra

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Σ	Σ^2
T1	1	1.5	1.5	1	1.5	1	7.5	56.25
T2	2	1.5	1.5	2	1.5	2	10.5	110.25

El valor $\chi^2 = 0.95$ no era significativo comparado con χ^2 al 5% = 11.071. El T2 demostró ser mucho mejor en calidad, apariencia y mejores características que el T1.

4.2 Variables Cuantitativas Durante el Cultivo y en el Fruto

4.2.1 Altura

Gráfico 1, Altura por planta.

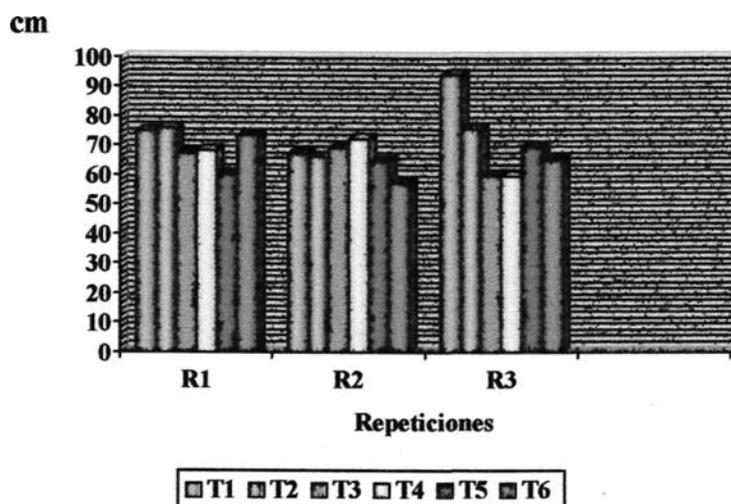


Tabla 10, Análisis de Variancia de la altura de cada planta en cada tratamiento.

Fv	F. Tab.					
	Gl	SC	CM	F. Cal	5%	1%
Rep	2	75.3				
Sus.	2	413.2	206.6	1.85	6.94	18
Error (A)	4	447.2	111.8			
Var.	1	94.2	9.4	0.23	5.99	13.75
I SxV	2	51	25.5	0.62	5.14	10.92
Error (B)	6	247.4	41.23			
Total	17	1328.3				

$$CV_A = 15.34\%$$

$$CV_B = 9.32\%$$

Al analizar los resultados obtenidos en el ADEVA de la variable altura determinamos que no hay una diferencia significativa entre los sustratos, variedades e interacción, lo cual indica que los sustratos utilizados en la investigación no influyeron en la altura de la planta de cada variedad.

Las medias de los tratamientos 1 y 2 cultivadas en cascajo demostraron tener una diferencia numérica no muy alta en cuanto a las medias de los tratamientos 3,4,5 y 6, indicando así que las variedades cultivadas en Arena tuvieron mayor altura que las cultivadas en los otros sustratos. (Anexo 1).

4.2.2 RENDIMIENTO

Gráfico 2, Rendimiento por Planta

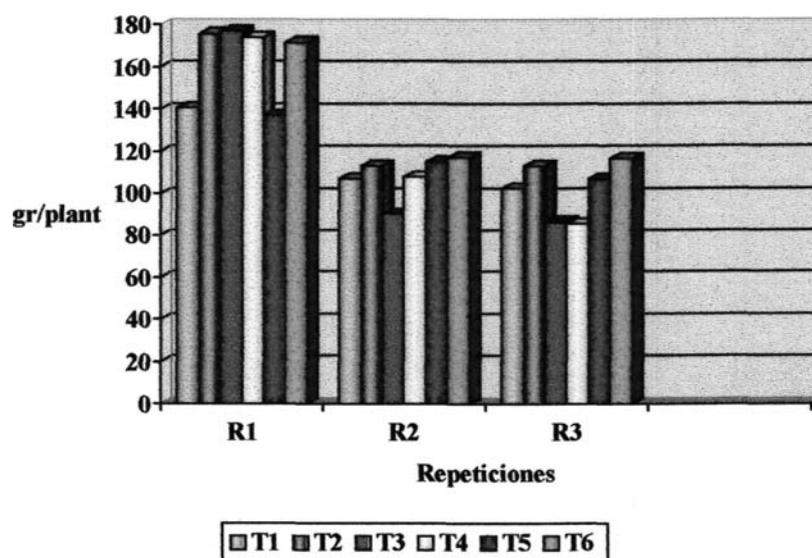


Tabla 11, Análisis de Varianza del rendimiento por planta de cada tratamiento al momento de la cosecha.

					F. Tab.	
Fv	Gl	SC	CM	F.Cal	5%	1%
Rep	2	13316.05				
Sus.	2	164.12	82.06	0.23	6.94	18
Error(A)	4	1403.6	350.9			
Var.	1	696.88	696.88	6.15*	5.99	13.75
I (SxV)	2	136.6	68.3	0.60	5.14	10.92
Error(B)	6	680.27	113.38			
Total	17	16397.52				

$$CV_A = 15.06\%$$

$$CV_B = 8.56\%$$

Los resultados obtenidos en el ADEVA de la variable rendimiento determinaron que no existe diferencia significativa para sustratos e interacción. Pero si se detecto una significancia al 5% entre variedades por lo que se hizo una prueba de DMS al 5% dándonos como resultado que la variedad Daniela con una media de 130.6gr/planta fue superior a la variedad Fortaleza con una media de 118.1

gr/planta. Demostrando así que el rendimiento en los tratamientos en los que se utilizó la variedad Daniela fue mayor que el rendimiento en el que se utilizó la variedad Fortaleza (Anexo 2).

Según Red Hidroponía, 2001 la primera cosecha se debe lograr entre 60 y 70 días dependiendo de la variedad, manejo agronómico y del manejo nutricional se puede tener de 15 a 25 Kg./plant.(5)

Según la Biblioteca de la Agricultura los tomates indicados para uso industrial deben ser cosechados cuando rengan un tono rojo maduro intenso. (4)

4.2.3 DIÁMETRO

Gráfico 3, Diámetro del Fruto

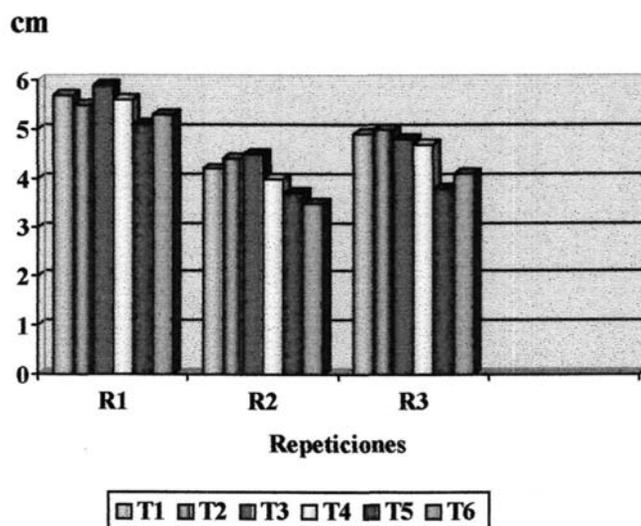


Tabla 12, Análisis de Varianza del diámetro de los tomates de cada tratamiento al momento de la cosecha.

Fv	Gl	SC	CM	F.Cal	F. Tab.	
					5%	1%
Rep	2	6.54				
Sus.	2	1.78	0.89	19.34**	6.94	18
Sjvs S ₂	1	0.003	0.003	0.065	6.94	18
S ₁ yS ₂ vs S ₃	1	0.177	0.186	4.04	6.94	18
Error (A)	4	0.186	0.046			
Var.	1	0.009	0.009	0.42	5.99	13.75
I SxV	2	0.154	0.077	3.66	5.14	10.92
Error (B)	6	0.127	0.021			
Total	17	8.79				

$$CV_A = 4.55\%$$

$$CV_B = 3\%$$

El resultado obtenido al analizar la variable diámetro determino que no existe diferencia significativa para las variedades e interacción. Pero se detectó una diferencia altamente significativa para los sustratos por lo que se hizo comparaciones ortogonales con el sustrato arena S₁=29.7 vs. sustrato cascajo S₂= 29.5 la cual no detecto significancia.

Luego se hizo la segunda comparación con arena = 29.7 y cascajo =29.5 vs. Mixto 25.6 en la que no se encontró significancia. (Anexo 3).

Según Parvis, 2001 los productores de tomate en Norteamérica podan los racimos para obtener un diámetro promedio de 7.5 cm. En cambio en Europa los productores no podan los racimos con el fin de tener un diámetro promedio de 5 cm.

4.2.4 SÓLIDOS SOLUBLES

Gráfico 5, Sólidos Solubles del Tomate

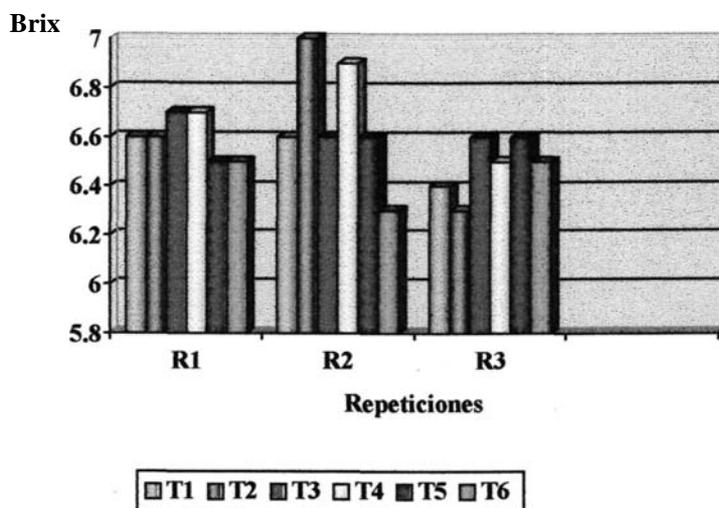


Tabla 13, Análisis de Varianza de los Sólidos Solubles de los tomates de cada tratamiento al momento de la cosecha.

FV	F. Tab					
	GL	SC	CM	F.Cal	5%	1%
Rep.	2	0.103				
Sus.	2	0.083	0.042	1.11	6.94	18
Error (A)	4	0.153	0.038			
Var.	1	0.001	0.001	0.04	5.99	13.75
I(SxV)	2	0.048	0.024	1.04	5.14	10.92
Error (B)	6	0.137	0.023			
Total	17	0.525				

$$CV_A = 2.96\%$$

$$CV_B = 2.30\%$$

Los resultados obtenidos en el ADEVA de la variable sólidos solubles determinan que no hay significancia para los sustratos, variedades, e interacción. (Anexo 4)

Pero se detectó una diferencia no estadística entre los tratamientos en donde T₆ es menor que los otros tratamientos siendo la mas óptima para procesar, pero no llegan a los parámetros necesarios para elaborar salsa de tomate, demostrando que los sustratos empleados si influyen en los sólidos solubles.

Para Arteaga, un tomate óptimo para industrializar debe tener una cantidad de sólidos solubles de 3 a 6 °BRIX (2)

4.2.5 pH del tomate

Gráfico 6, pH del tomate

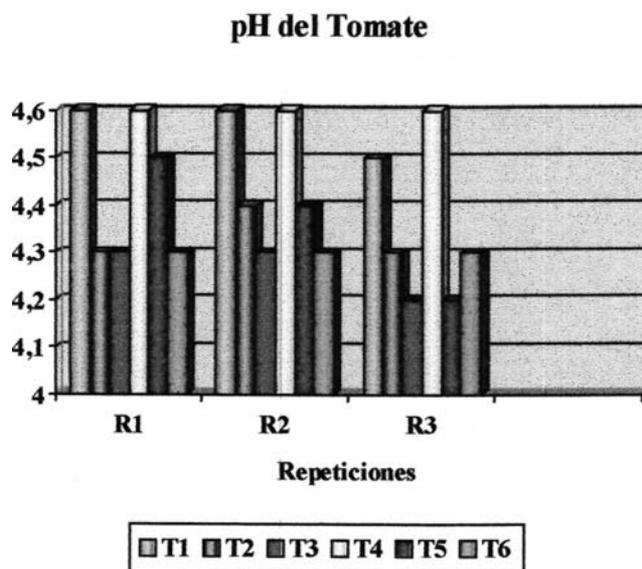


Tabla 14, Análisis de Varianza del pH de los tomates de cada tratamiento al momento de la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F. Cal.	F. Tab.	
					5%	1%
Rep	2	0.03				
Sustratos	2	0.048	0.024	12*	6.94	18
S ₁ vs. S ₂	1	0.0008	0.0008	0.4	6.94	18
S ₁ y S ₂ vs. S ₃	1	0.047	0.047	23.5**	6.94	18
Error A	4	0.009	0.002			
Variedades	1	0.001	0.001	0.2	5.99	13.75
I (S x V)	2	0.25	0.125	25**	5.14	10.92
Error B	6	0.03	0.005			
Total	17					
		0.369				

$$CV_A=6.73\%$$

$$CV_B= 10.71\%$$

Los resultados obtenidos del ADEVA de la variable pH nos da como resultados que hay significancia para sustratos e interacción pero no se noto diferencia entre variedades.

Al realizar las comparaciones ortogonales entre sustratos demostró que si hay significancia en la CO₂ arena . 26.7 y casajo = 26.6 vs. Mixto = 26, demostrando que si hay diferencia entre tratamientos. Los valores obtenidos entre cada tratamiento indica que los tomates si cumple con los parámetros de acidez. (Anexo 6)

4.2.6 Acidez del tomate

Gráfico 7, de la acidez del tomate

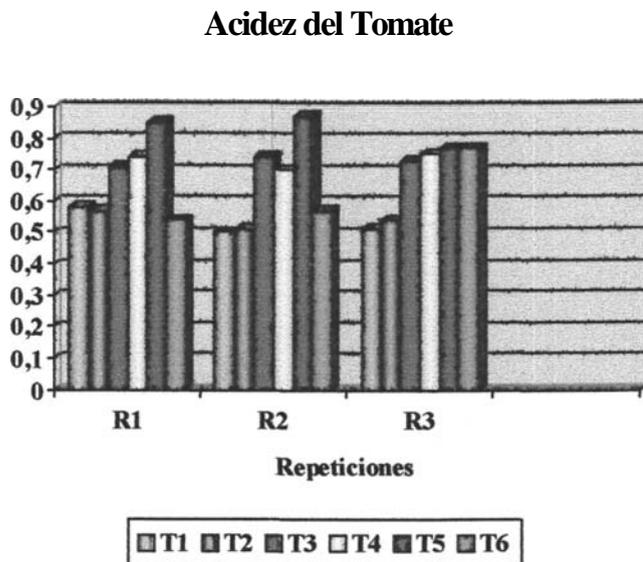


Tabla 15, Análisis de Varianza de la acidez de los tomates de cada tratamiento, al momento de la cosecha.

Fv	Gl	SC	CM	F. Cal	F. Tab.	
					5%	1%
Repeticiones	2	0.003				
Sustratos	2	0.15	0.075	37.5**	6.94	18
S ₁ vs S ₂	1	0.11	0.11	55**	6.94	18
S ₁ y S ₂ vs S ₃	1	0.04	0.04	20*	6.94	18
Error (A)	4	0.009	0.002			
Variedades	1	0.018	0.018	3.6	5.99	13.75
I (SxV)	2	0.044	0.022	4.4	5.14	10.92
Error (B)	6	0.033	0.005			
Total	17	0.256				

CV_A=6.73%
CV_B= 10.71%

Al analizar los resultados del ADEVA de la variable acidez se determinó que si hay significancia para sustratos por lo que se hizo comparaciones ortogonales de-

mostrando que el cascajo influye en el tomate dando una acidez muy alta, la cual no es aconsejable para elaborar salsa de tomate. Para Arteaga, los parámetros de acidez para industrializar tomate son de 4.12 a 4.87. (Anexo 7)

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES

Luego de haber realizado un análisis e interpretación de los resultados obtenidos, tanto en variedades como sustratos, cultivadas bajo el sistema del *panqar huyu* se tiene las siguientes conclusiones:

Pangar Huyu

- > El método del Panqar huyu en la comunidad de la Rinconada dio excelentes resultados cultivando tomate riñon, por su ubicación geográfica y características climatológicas, no se puede establecer este cultivo.

- > El sistema del Panqar huyu les permite a los campesinos del sector no solo cultivar tomate riñon sino tener acceso al cultivo de diversas hortalizas de mediano y corto porte, teniendo así un mejor nivel nutricional y por ciertos periodos tener ingresos económicos.

Características, Físicas, Químicas, Organolépticas v de Rendimiento

- > Los resultados de la altura de cada planta no demostraron estadísticamente que los tres sustratos utilizados influyan en el crecimiento de las dos variedades cultivadas, pero se encontró una diferencia numérica no muy alta en cuanto a los tratamientos 1 y 2 donde se utilizó al casajo como sustrato dándonos como resultado una mayor altura que implica en el rendimiento de cada variedad, (anexo 1)

- > Con los resultados obtenidos del análisis del variable rendimiento se determinó que los tratamientos que utilizó la variedad Daniela dio mejores resultados que la variedad Fortaleza en un rango aproximado del 3%-5 % del total de frutos cosechados, (anexo 2)

- > Los resultados del análisis de los sólidos solubles en los tomates demostraron que el cultivo hidropónico bajo el sistema del panqar huyu si influye en estos ya que sus valores fueron mas altos que los que se obtiene cultivando a campo abierto.(anexo 4)

- > Los resultados obtenidos determinaron que las características químicas de pH de las dos variedades cultivadas cumplen con los parámetros establecidos para elaborar salsa de tomate, no obstante los sólidos solubles y acidez, ya que estos valores sobre pasan los parámetros establecidos y esto influye directamente en los costos de producción.(anexo5)

Características Organolépticas en la Salsa de Tomate

- > La salsa de tomate elaborada con la variedad Daniela tuvo mayor aceptación entre el panel degustador, tomando muy en cuenta que las características organolépticas y de calidad fueron mejores.
- > Al realizar la prueba de Friedman no hubo diferencia significativa por lo que demuestra que estadísticamente las dos variedades en investigación fueron iguales.

Sustratos

- > Los tratamientos que utilizaron cascajo y arena (S3) fueron mejores que los tratamientos restantes, debido a que la mezcla de estos dos componentes ayudaron a que las raíces se oxigenen mejor y tengan un mejor drenaje de los nutrientes.
- > En los tratamientos que se utilizó arena se tuvo problemas de compactación del sustrato por lo que impedía el normal crecimiento de las raíces.

CAPITULO VI

6 RECOMENDACIONES

Se sugieren las siguientes recomendaciones:

- > El cultivo de tomate riñon bajo el sistema del Panqar huyu en el sector de la Rinconada demostró ser una buena alternativa de cultivo, pero se recomienda tener precaución en la elección del sitio para realizar este sistema por cuanto se podría tener filtración de aguas freáticas, fitosanitarias y consecuentemente echar a perder el cultivo.
- > Se recomienda que las variedades de tomate riñon que se vayan a cultivar en el sistema del Panqar huyu sean variedades de crecimiento determinado, por cuanto se evitaría tener pérdida en el rendimiento por efecto de la altura de la planta.
- > Para cultivos hidropónicos se recomienda utilizar como sustrato cascajo y arena en una proporción 50% y 50% por cuanto demostró ser mejor que la arena 100% y cascajo 100%.

- > Se recomienda utilizar este sistema en sectores no aptos para la agricultura y en ambientes donde no se pueda cultivar estos productos por el factor clima, y por lo tanto servirán como medio de sustento para el campesino.

RESUMEN

Uno de los mayores problemas que enfrentan las comunidades ubicadas en lo alto de la Cordillera de los Andes es la falta de diversidad en los cultivos hortenses debido a las características climatológicas que se dan en esta zona.

Por tal motivo el BAFI creo un modelo de micro invernadero semisubterráneo denominado Panqar huyu que en voz Aymara significa "cama de flores", el cual sirve para cultivar hortalizas de mediano y corto porte.

La presente investigación tiene como objetivo modificar y adecuar este sistema para cultivar tomate de mesa (riñón) para lo cual se lo amplió, instalo un sistema de riego por goteo, se hizo canales para drenar las aguas freáticas en el interior del mismo, etc. La investigación se la realizo en la comunidad de la Rinconada.

Se cultivo dos variedades de tomate, en tres diferentes sustratos: areno, cascajo y mixto convirtiéndolo de esta manera en un cultivo hidropónico, la finalidad de esta combinación es la de observar si existe cambios físicos, químicos y organolépticos durante el desarrollo del cultivo y luego de su cosecha en el fruto, el mismo que será utilizado para elaborar salsa de tomate.

Al término de la investigación se evaluó que los resultados fueron favorables en diferentes aspectos:

Los campesinos de esta zona encontraron una nueva alternativa de cultivo el cual les evita tener una pérdida per capital, al momento de la cosecha por efectos de clima.

La dieta diaria mejoro y el nivel nutritivo de igual manera ya que el tomate es una fuente rica en vitaminas A, B, C, malatos y citratos ácidos muy importantes en la regulación del ácido úrico de la sangre.

Se demostró que el cultivar tomate de mesa en hidroponía bajo el sistema del Panqar huyu si influyó en las Características físicas, químicas y organolépticas en las variedades cultivadas.

SUMMARY

One of the biggest problems that face the communities located in the high of the Mountain range of you Andes them it is the lack of diversity in the orchard cultivations due to the climatological characteristics that are given in this area.

For such a reason the BAFI believes a model of micro hothouse lowland denominated Panqar huyu that in voice Aymara means "bed of flowers", which is good to cultivate vegetables of medium and short.

The present investigation has as objective to modify and to adapt this system to cultivate tomato (kidney) for that which you the wide thing, I install a watering system for leak, it was made channels for drain the phreatic waters inside the mismo, etc. The investigation is carried out it in the community of the Rinconada.

You cultivates two tomato varieties, in three different substratum: areno, cascajo and mixed transforming it this way into a cultivation hidropónico, the purpose of this combination is the one of observing if it exists physical changes, chemists and organoléptic during the development of the cultivation and after their crop in the fruit, the same one that will be used to elaborar tomato sauce.

At the end of the investigation it was evaluated that the results were favorable in different aspects:

The peasants of this área found a new cultivation alternative which avoids them to have a lost one per capital, to the moment of the crop for climate effects.

The daily diet improves and the nutritious level in a same way since the tomato is a rich source in vitamins A, B, C, malatos and very ¿mportant sour citratos in the regulation of the uric acid of the blood.

It was demonstrated that cultivating table tomato in low hidroponic the system of the Panqar huyu if it influenced in the physical, chemical characteristics and organoléptic in the cultivated varieties.

9. BIBLIOGRAFÍA.

1. **ABAD BERJON M.** El Cultivo del Tomate. Ediciones Mundi -Prensa. Barcelona-España. 1995.
2. **ARTEAGA G. M.** Recepción y Almacenamiento de Materias Primas. Medellín - Colombia. 1989.
3. **BARRAGÁN, J.R.** "Principios De Diseño Experimental". 1997
- 4 **BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA.** Barcelona-España
5. **Red Hidroponía.** Boletín N° 13.Universidad Agraria la Molina. Centro de Investigaciones de Hidroponía y Nutrición Mineral. Lima, Perú.2001
6. **CAFARENA J. S.** Cultivos Hidropónicos. 2^{da} Edición. Madrid 1987
- 7 **ENCICLOPEDIA AGHOPECARIA TERRANOVA.** Tomo V. 2^{da} Edición. Colombia. Marzo 2001.
8. **Elaboración de Frutas y Hortalizas.** Editorial Trillas. México.
9. **FAO.** Plantas Producción y Protección. 1990
10. **FAO.** Cultivos hidropónicos. [www. infoagro.com](http://www.infoagro.com). 1998
11. **FONSECA, M.** Cultivos Hidropónicos. Quito - Ecuador. 2000
12. **FORMOSO, A. P.** Procedimientos Industriales al Alcance de Todos. 13^{va} Edición. España. 1991
13. **GARCÍA, R.F.** "Estado actual y perspectivas del control biológico en algunos cultivos del Valle del Cauca, Colombia. "En: Memorias de la Primera reunión de Agroecología y producción sostenible en San Gil, Santander. Corpoica-Ciat. 1994

14. **GONZALES, G. B.** Estadística y Diseño Experimental. Editorial Universitaria. Universidad Central. 1984.
15. **Donoso & Asociados.** Influencia del Plástico en la Productividad Agrícola. Guayaquil - Ecuador. 1999.
16. **LACERA ALBERTO** "Industrialización Casera De Frutas Y Hortalizas. Editorial Albaratos. Buenos Aires Argentina 1984.
17. **MAGAÑAN CAÑADAS J. J.** "Cultivos sin suelos II" www.infoagro.com .2001
18. **MARTÍNEZ, E; GARCÍA, M.** Cultivo sin Suelo: Hortalizas en Clima Mediterráneo. Ediciones de Horticultura. Madrid. 1993.
19. **Manejo de Agua y Fertilizantes en Cultivos Intensivos.** Quito - Ecuador. 1999.
20. **PARVIS B.** Practical Hydroponics & Greenhouses N° 58 from Australia. 2001.
21. **Producción de Tomate Bajo Cubierta.** Agripac. Quito - Ecuador. 2000.
22. **Agromarket N° 1.** Principales Plagas y Enfermedades del Cultivo de Tomate Riñon Bajo Invernadero. Quito - Ecuador. 1999.
23. **Reinoso M. y Cárdenas F.** Curso sobre cultivo de tomate de mesa bajo invernadero. Ibarra - Ecuador. 1998
24. **SOTELO S.; SILVA, J.** "Respuesta a fertilización potásica de dos variedades y dos híbridos de tomate (*Lycopersicon sculentum L.*)". San José de Pare. (Boyacá), Tunja. 1976

25. **TAMA YO J. M.** "Lecciones De Extensión En Horticultura En Panqar Huyus En Las Comunidades Contomo Centro Y Contomo Alto, Provincia De Ingavid Del Departamento De La Paz, Bolivia".1^{ra} Edición. Institute Brigham Young University. Provo. 2001
26. **El Tomate en conserva.** Disponible: www.infoagro.com
27. **VELAZCO N.** "Manual de Construcción y Manejo del Panqar huyu". 1^{ra} Edición. Institute Brigham Young University. Provo. 1999

Anexo 1. ALTURA

Tabla 16, Valores Obtenidos de la altura de cada planta en cada tratamiento, hasta el despunte de la inflorescencia.

Tratamientos	I	II	III	Σ	X
$S_1 V_1$	74.9	67.1	94.3	236.3	78.8
$S_1 V_2$	76.1	66.1	75.6	217.8	72.6
	151	133.2	169.9		
$S_2 V_1$	67.1	69.2	59.7	196	65.3
$S_2 V_2$	68.3	72.4	59.7	200.4	66.8
	135.4	141.6	119.4		
$S_3 V_1$	60.3	64.6	69.7	194.6	64.9
$S_3 V_2$	73.5	57	65.2	195.7	65.2
	133.8	121.6	134.9		
Σ	420.2	396.4	424.2		
X	70.3	66.1	70.7		

Tabla 17, Arreglo Combinatorio del cuadro de datos de la altura de cada planta en cada tratamiento.

Sus.	V₁	V₂	Σ	X
S_1	236.3	217.8	454.1	75.7
S_2	196	200.4	396.4	66.1
S_3	194.6	195.7	390.3	65.1
Σ	626.9	613.9	1240.8	
X	69.7	68.2		

Anexo 2. RENDIMIENTO

Tabla 18, Valores Obtenidos del rendimiento por planta de cada tratamiento al finalizar la cosecha.

Tratamientos	I	II	III	Σ	X
S ₁ V ₁	140.4	107.1	102.6	350.1	117
S ₁ V ₂	175.8	113.	113.1	401.9	134
	316.2	220.1	215.7		
S ₂ V ₁	177.	90.2	86.5	353.7	118
S ₂ V ₂	173.9	108.2	85.8	367.9	123
	350.9	198.4	172.3		
S ₃ V ₁	137.	115.3	107.1	359.4	120
S ₃ V ₂	171.7	117.2	116.5	405.4	135
	308.7	232.5	223.6		
Σ	975.8	651.0	611.6	2238.4	
X	162.6	108.5	101.9		

Tabla 19, Arreglo combinatorio del cuadro de datos del rendimiento por planta de cada tratamiento al momento de la cosecha.

Sus.	V1	V2	Σ	X
S ₁	350.1	401.9	752.	125.3
S ₂	353.7	367.9	721.6	120.3
S ₃	359.4	405.4	764.8	127.5
Σ	1063.2	1175.2	2238.4	
X	118.1	130.6		

Anexo 3. DIÁMETRO

Tabla 20, Valores obtenidos del diámetro de los tomates de cada tratamiento al momento de la cosecha.

Tratamientos	I	II	III	Σ	X
$S_1 V_1$	5.7	4.2	4.9	14.8	4.93
$S_1 V_2$	5.5	4.4	5.0	14.9	4.97
	11.2	8.6	9.9		
$S_2 V_1$	5.9	4.5	4.8	15.2	5.06
$S_2 V_2$	5.6	4	4.7	14.3	4.77
	11.5	8.5	9.5		
$S_3 V_1$	5.1	3.7	3.8	12.6	4.2
$S_3 V_2$	5.3	3.5	4.1	12.9	4.33
	10.4	7.3	7.9		
Σ	33.1	24.4	27.3	84.8	
X	5.5	4.1	4.6		

Tabla 21, Arreglo Combinatorio del cuadro de datos del diámetro de cada tratamiento al momento de cada cosecha.

Sus.	V1	V2	Σ	X
S_1	14.8	14.9	29.7	4.95
S_2	15.2	14.3	29.5	4.91
S_3	12.6	13	25.6	4.25
Σ	42.6	42.2	84.8	
X	4.73	4.69		

Anexo 4. SÓLIDOS SOLUBLES (°Brix).

Tabla 22, Valores Obtenidos de los Sólidos Solubles de los tomates de cada tratamiento al momento de la cosecha.

Tratamientos	I	II	III	Σ	X
S ₁ V ₁	6.6	6.6	6.4	19.6	6.53
S ₁ V ₂	6.6	7.0	6.3	19.9	6.63
	13.2	13.6	12.7		
S ₂ V ₁	6.7	6.6	6.6	19.9	6.63
S ₂ V ₂	6.7	6.9	6.5	20.1	6.70
	13.4	13.5	13.1		
S ₃ V ₁	6.5	6.6	6.6	19.7	6.57
S ₃ V ₂	6.5	6.3	6.5	19.3	6.43
	13.0	12.9	13.1		
Σ	39.6	40.0	38.9	118.5	
X	6.6	6.7	6.5		

Tabla 23, Arreglo Combinatorio del cuadro de datos de los sólidos solubles de los tomates de cada tratamiento al momento de la cosecha.

Sus.	V₁	V₂	Σ	X
S ₁	19.6	19.9	39.5	6.6
S ₂	19.9	20.1	40.0	6.7
S ₃	19.7	19.3	39.0	6.5
Σ	59.2	59.3	118.5	
X	6.6	6.6		

Anexo 5. pH DEL FRUTO.

Tabla 24, Valores Obtenidos del pH de los tomates de cada tratamiento al momento de la cosecha.

Tratamientos	I	II	III	Σ	X
S ₁ V ₁	4.6	4.6	4.5	13.7	4.5
S ₁ V ₂	4.3	4.4	4.3	13	4
	8.9	9	8.8		
S ₂ V ₁	4.3	4.3	4.2	12.8	4.3
S ₂ V ₂	4.6	4.6	4.6	13.8	4.6
	8.9	8.9	8.8		
S ₃ V ₁	4.5	4.4	4.2	13.1	4.4
S ₃ V ₂	4.3	4.3	4.3	12.9	4.3
	8.8	8.7	8.5		
Σ	26.6	26.6	26.1	79.3	
X	4.43	4.43	4.35		

Tabla 25, Arreglo combinatorio del cuadro de datos del pH de los tomates de cada tratamiento al momento de la cosecha.

Sus.	V₁	V₂	Σ	X
S ₁	13.7	13	26.7	4.45
S ₂	12.8	13.8	26.6	4.43
S ₃	13.1	12.9	26	4.33
Σ	39.6	39.7	79.3	
X	4.40	4.41		

Anexo 6. ACIDEZ

Tabla 26, Valores Obtenidos de la Acidez de los tomates de cada tratamiento, al momento de la cosecha.

Tratamientos	I	II	III	Σ	X
$S_1 V_1$	0.58	0.50	0.51	1.59	0.53
$S_1 V_2$	0.57	0.51	0.54	1.62	0.54
	1.15	1.01	1.05		
$S_2 V_1$	0.71	0.74	0.73	2.18	0.73
$S_2 V_2$	0.74	0.70	0.75	2.19	0.73
	1.45	1.44	1.48		
$S_3 V_1$	0.85	0.87	0.77	2.49	0.83
$S_3 V_2$	0.54	0.57	0.77	1.88	0.63
	1.39	1.44	1.54		
Σ	3.99	3.89	4.07	11.95	
X	0.67	0.65	0.68		

Tabla 27, Arreglo combinatorio del cuadro de datos de la acidez de los tomates de tratamiento al momento de la cosecha.

Sus.	V_1	V_2	Σ	X
S_1	1.59	1.62	3.21	0.54
S_2	2.18	2.19	4.37	0.73
S_3	2.49	1.88	4.37	0.73
Σ	6.26	5.69	11.95	
X	0.69	0.63		

Preparación de la salsa de tomate en la comunidad



Escaldado de los tomates



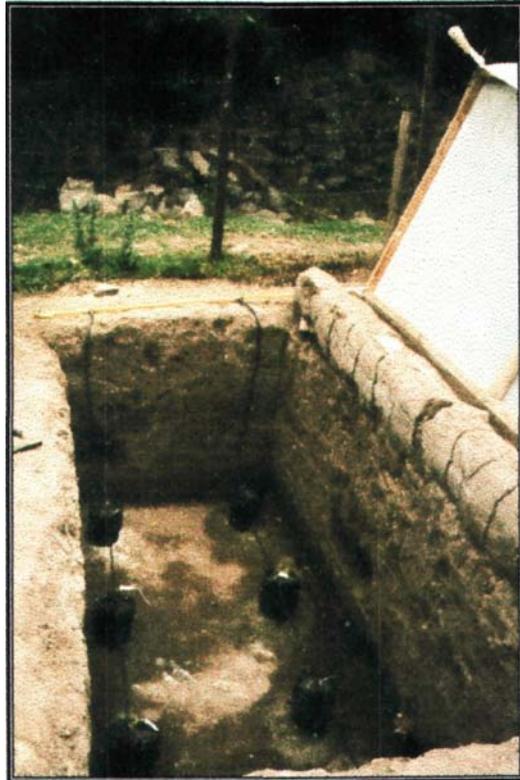
Mesa de degustación



Panel de degustación



Sistema de riego



Ventilación de loa Panqar huyu.



Tomates en cosecha



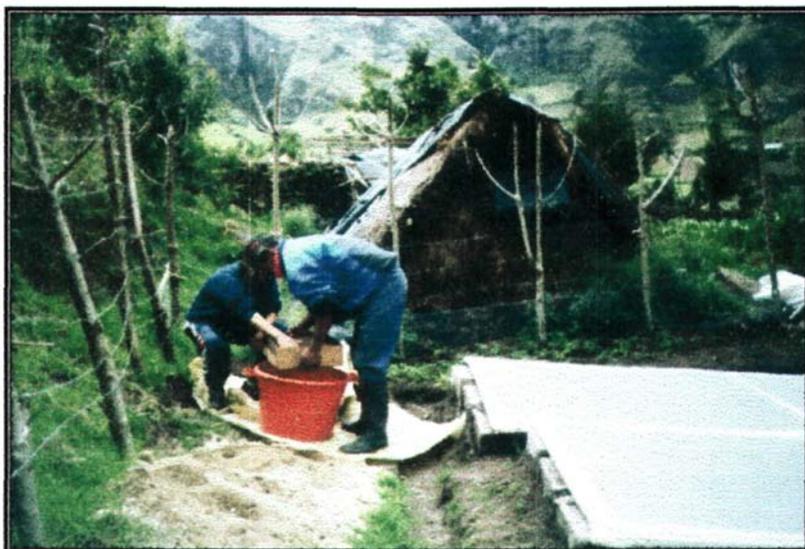
Plantas en producción



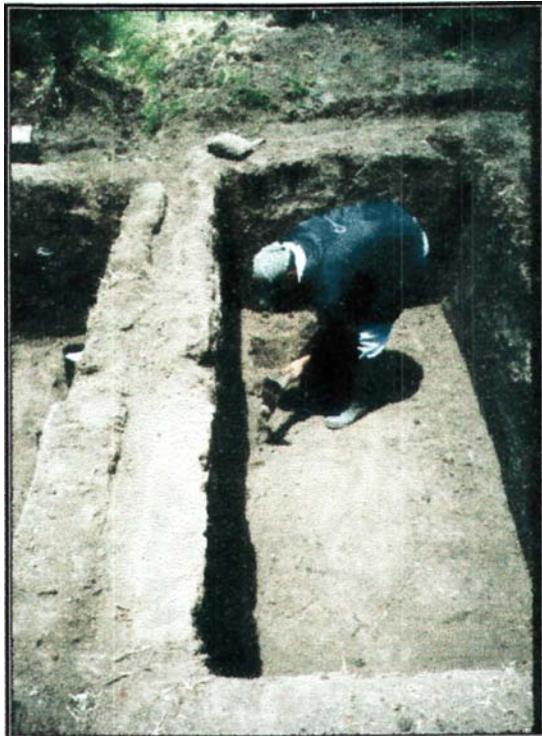
Construcción de la tapa



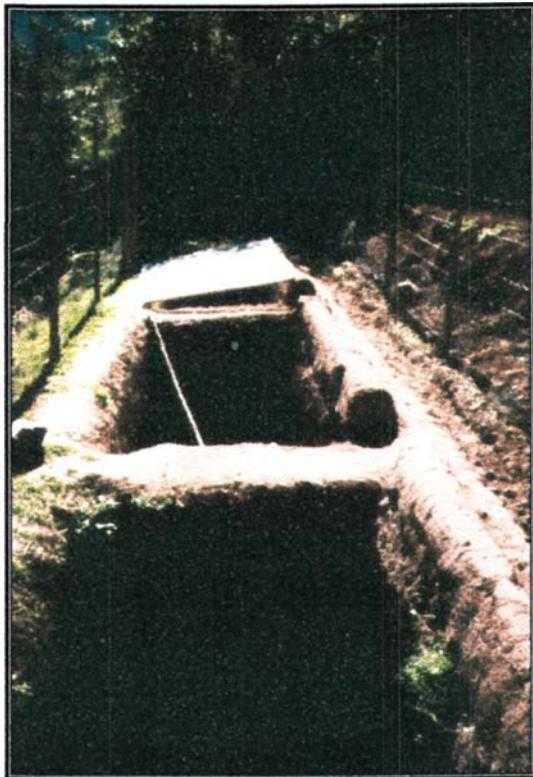
Cerniendo el sustrato



Zanjas de drenaje dentro del Pangar huyu.



Bordes y delimitación de los Pangar huyus.



Anexo 7. Fotos

Capacitación sobre el funcionamiento del Pangar huyu



Capacitación a los comuneros en la elaboración de salsa de tomate.

