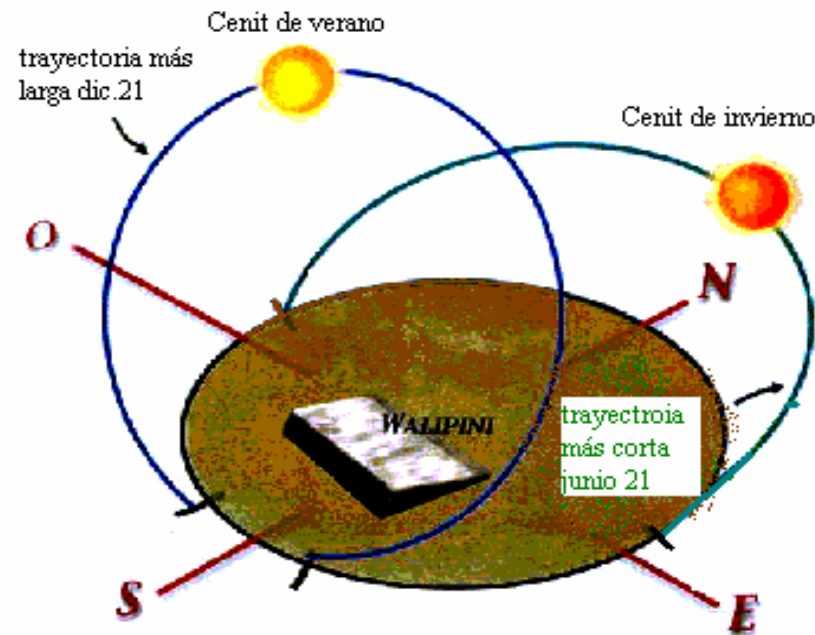


MANUAL DE CONSTRUCCIÓN Y MANEJO DEL WALIPINI Y PANQAR HUYU



Preparado por:

Luis Iturry

Benson Agriculture and Food Institute
Brigham Young University
Provo, UT USA
2002



CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN	1
PREFACIO	2
Descripción de la zona de experimentación	3
1.1 Ubicación	3
1.2 Flora y fauna	3
1.3 Clima	4
1.4 Suelos	4
CAPÍTULO I	
AMBIENTES ATEMPERADOS DE MAYOR DIFUSIÓN EN EL ALTIPLANO	
1. Campanas de polietileno	6
2. Semilleros o almacigueras	7
3. Camas orgánicas protegidas	7
4. Túneles	8
5. Carpas solares	8
6. Invernaderos	8
6.1 Invernadero andino-diseño Lorini, J 1986	9
6.2 Invernadero familiar con cubierta parabólica ITTAZA	10
CAPÍTULO II	
FACTORES FÍSICO-AMBIENTALES EN LOS QUE SE FUNDAMENTA LA CONSTRUCCIÓN DEL WALIPINI Y DEL PANQAR HUYU	
1. Propiedades térmicas del suelo	

2. Radiación solar	12
3. Humedad	12
4. Anhídrido carbónico	13

CAPÍTULO III

EL WALIPINI

1. Origen del walipini	15
2. Características generales y de construcción de los walipinis	16
2.1 Ubicación	16
2.2 Orientación	16
2.3 Excavación	18
2.4 Edificación de las paredes	18
2.5 Puertas de ventilación	19
2.6 Techo o cobertura	20
3. Factores físico-ambientales en los walipinis	22
3.1 Cama orgánica	22
3.1.1 Drenaje	22
3.1.2 Sustrato	23
3.2 Riego	24
3.3 Ventilación	25

CAPÍTULO IV

EL PANQAR HUYU

1. Origen del panqar huyu	
---------------------------	--

2. Características generales y de construcción de los panqar huyus	28
2.1 Ubicación	28
2.2 Orientación	28
2.3 Excavación	29
2.4 Edificación de las paredes	30
2.5 Techo o cobertura	31
3. Factores físico-ambientales en los panqar-huyus	33
3.1 Cama orgánica	33
3.1.1 Drenaje	33
3.1.2 Sustrato	33
3.2 Riego	34
3.3 Ventilación	35

CAPITULO V

SISTEMA AGROECOLÓGICO DEL WALIPINI Y PANQAR HUYU

1. Subsistema de factores físico-ambientales en los walipinis y panqar-huyus	37
2. Subsistema de cultivos en los walipinis y panqar huyus.	38
2.1 Preparación del suelo	38
2.2 Siembra	39
2.2.1 Siembra directa	40
2.2.2 Almacigo	40
2.3 Labores culturales	41
2.3.1 Trasplante, replante y raleo	41
2.3.2 Deshierbe o escarda	42

2.3.3	Aporque	42
2.3.4	Poda y tutoraje	43
2.3.5	Cómo, cuando y cuanto regar	43
2.3.6	Rotación de cultivos	45
2.3.7	Cultivos asociados	46
2.3	Cosecha	48
3.	Subsistema de control de pestes	49
3.1	Enfermedades	49
3.2	Plagas	51
	DISCUSIÓN	51
	ANEXOS	55
	REFERENCIAS	60

INTRODUCCIÓN

El presente manual es el producto de años de investigación efectuada por estudiantes universitarios que, asesorados por docentes de la universidad Mayor de San Andrés de Bolivia y de Brigham Young University de Estados Unidos de Norte América, efectuaron investigaciones científicas con el apoyo logístico y económico del Benson Agriculture and Food Institute , cuyo objetivo específico es el de ayudar a mejorar la calidad de vida de la población mundial por medio de una mejor nutrición y prácticas agropecuarias mejoradas.

Los factores que profundizan la problemática agrícola del Altiplano, y afectan sustancialmente a lo que se ha denominado la *seguridad alimenticia* de los pobladores del altiplano, son de carácter socioeconómico y climatológico o fundamentalmente, determinando que la dieta de los habitantes de esta zona sea rica en carbohidratos pero muy pobre en vitaminas y proteínas, incrementando alarmantemente los índices de desnutrición.

Estas condiciones climatológicas adversas limitan la producción de hortalizas a secano a la intemperie, razón por la que la introducción de nuevas tecnologías que permitan crear microclimas controlados para alcanzar una producción hortícola diversificada en el altiplano se convirtió en el objetivo de innumerables estudios y experiencias efectuadas por muchas instituciones que trabajan en el área.

Es en este sentido, las presentes lecciones pretenden sintetizar algunos de los estudios y experiencias que el BENSON AGRICULTURE AND FOOD INSTITUTE ha efectuado en relación a la implementación y transmisión del paquete tecnológico de producción de hortalizas en ambientes subterráneos (wallipinis y pancar-huyus), en la última década en sus

predios de Letanías ubicados en la provincia Ingavi (La Paz, Bolivia).

PREFACIO

Los factores climáticos adversos del altiplano son los que limitan la producción agrícola en esta zona deprimida. El clima es seco con un déficit hídrico en la mayor parte del año que se complementa con heladas imprevistas, que se presentan casi en todos los meses; las tormentas de granizo en el periodo vegetativo de los cultivos a campo abierto provocan la baja en los rendimientos y hasta la pérdida total de las cosechas a campo abierto.

Estas adversidades climatológicas hacen que se dificulten aun más la producción de hortalizas, por ser cultivos sensibles a los cambios bruscos de temperatura como de humedad. Los pobladores de las regiones altiplánicas de Bolivia, debido a la fragilidad y lo poco apta de estas zonas para la producción de hortalizas, basan su dieta alimenticia en carbohidratos (papa, chuño oca, etc.).

Es en este sentido, preocupados por los altos índices de desnutrición de los pobladores del altiplano, desde ya hacen más de 25 años, diferentes instituciones que trabajan en estas zonas tan deprimidas, han buscado alternativas de solución para producir hortalizas en el altiplano boliviano, que puedan paliar la carencia de nutrientes básicos en su alimentación.

Buscando soluciones a estos problemas, se han edificado diferentes ambientes atemperados dirigidos a la producción de hortalizas durante todo el año, protegidos de las inclemencias climáticas características de la zona altiplánica. Los diferentes tipos de ambientes que se introdujeron varían en su edificación pero mantienen las características microclimáticas. Sin

embargo, el agricultor altiplanito no encontró la respuesta deseada en estos ambientes debido a las intensas heladas que provocan serias lesiones a los cultivos retardando su desarrollo y bajando considerablemente su producción.

1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE EXPERIMENTACIÓN

El Benson Agriculture and Food Institute en su afán por eliminar la desnutrición y el hambre en el área rural por medio de una educación alimenticia y producción agrícola mejorada, implementó en sus predios experimentales, ubicados en Letanías – Viacha la construcción de walipinis y panqar huyus, buscando alternativas de producción de hortalizas durante todo el año calendario, que garantice una dieta balanceada rica en carbohidratos, vitaminas y proteínas.

1.1 UBICACIÓN

La comunidad de Contorno Letanías es dependiente de la Municipalidad de Viacha, provincia Ingavi. Se ubica a 16°32'15" de latitud sur y 69°6'18" de longitud Oeste a una latitud de 3805 m.s.n.m., a 40 Km. de la ciudad de La Paz.

1.2 FLORA Y FAUNA

Velasco (2001), citando a Montes de Oca (1992), indica que la zona agro-ecológica a la que pertenece el municipio de Viacha, es la del Altiplano norte. La Flora existente en la zona está comprendida por especies cultivadas y silvestres. Las especies más cultivadas son: cebada, papa, avena, alfalfa, quinua, además de haba y papaliza. Entre las especies silvestres están: la

paja brava (*Stipa sp.*), c'hilliwa (*Festuca dolopchophyla*), wira wira (*Achicroline sp.*), muni muni (*Bidens andicola*), *Astragalus sp.* Y *Poa gymnantha*; entre las arbustivas y arbóreas: *Braccharis sp.*, *Buddleia coriacea*, *Polylepis sp.*; y entre las propias de lugares húmedos están *Distichia muscoloides*, *Oxychole andina*.

Entre las especies de la región, se cuentan con poblaciones propias que han sido menguadas en gran proporción como: la perdiz (p'isaqa), zorro andino (kamaque), lagartija (jararankhu), ratón andino (achacu), pato silvestre (q'ankalla), gaviota del altiplano (leque-leque), tórtola (curucuta) y buitre (sihuicara).

1.3 CLIMA

El clima de la zona se caracteriza por ser seco durante gran parte del año, pues la estación de lluvias es muy corta. Más del 60 % de las precipitaciones pluviales tienen lugar entre los meses de diciembre a febrero.

La intensa radiación solar durante el día, que contrasta con las bajas temperaturas nocturnas, provocan grandes variaciones térmicas que derivan en diferentes grados de estrés térmico de los cultivos, los mismos que pueden llegar a bajar considerablemente su producción en los días de helada en el invierno (mayo, junio y julio). Cabe mencionar que el riesgo de la helada se presenta durante todos los meses del año aun en el verano. Otro factor que limita la práctica de la agricultura, principalmente de hortalizas a campo abierto en el altiplano, son las tormentas de granizo, que aunque no tan frecuentes suelen provocar la pérdida parcial o total de las cosechas.

1.4 SUELOS

Orsag (1989), citado por Ayaviri (1996), indica que los suelos del altiplano son muy heterogéneos en virtud de que se han formado sobre distintos materiales parentales depositados en las depresiones de la cuenca intermontana de los Andes.

Las propiedades físicas son de estructuración débil, compactación elevada y baja porosidad, impidiendo la infiltración del agua y su almacenamiento, con un alto riesgo de erosión.

La capa arable es poco profunda. Los suelos en los cerros aledaños son poco profundos y muy pedregosos, con tendencia a la erosión. Poseen textura franco arcillo arenosa y presentan acumulaciones y materiales consolidados de gravas, arenas, limo, arcillas y caliza.

En el altiplano tenemos suelos con problemas de salinidad, y pH alcalino. Según la Soil Taxonomy se clasifica como Typic Peleargid

.

La napa freática se encuentra a profundidades variables, por lo que se pueden observar aguas superficiales en las zonas más bajas y cercanas a los ríos, los pozos son poco profundos y con regular potencial hídrico.

CAPÍTULO I

PRODUCCIÓN EN AMBIENTES ATEMPERADOS DE MAYOR DIFUSIÓN EN EL ALTIPLANO

Morales (1999), citado por Velasco (2001), señala que a nivel de un conjunto de parcelas manejadas de manera homogénea, un sistema de cultivo puede definirse como la combinación mas o menos coherentes en el tiempo de trabajo y medios de producción, caracterizada por el medio biológico, físico-químico, los cultivos que son objeto de manejo, el orden de sucesión de cultivos practicados, las técnicas empleadas y el complejo técnico que implican.

Serrano (1985), indica que: conociendo la dinámica estacional y su relación con los factores climáticos y el desarrollo vegetativo, resulta difícil cultivar a la intemperie determinados cultivos exigentes en temperatura, desde el equinoccio de otoño hasta el de primavera. La solución a estas dificultades está en cultivar vegetales bajo la protección de invernaderos u otras instalaciones análogas.

Hartmann (1990), realizó un estudio sobre la construcción y producción de seis ambientes semi-controlados en los que se aprovecha la energía solar para mejorar la productividad hortícola. Brevemente describiremos los ambientes que son objeto de su análisis.

1. CAMPANAS DE POLIETILENO Y PAJA

Son usadas para cultivos de siembra adelantada, a campo abierto en los valles y con plantas forestales recién transplantadas en el altiplano. Su estructura es de madera, recubierto de agrofílm variando el tamaño de acuerdo al cultivo. Es de poca popularidad, ya que requiere un estricto control. Al contrario, la campana de paja, esta muy difundida por su simplicidad, siendo utilizado especialmente en reforestación.

1. SEMILLEROS O ALMACIGUERAS

Estructuras pequeñas, son utilizadas para germinar semillas y acelerar el desarrollo de algunos cultivos durante la primera etapa de su crecimiento (lechuga, repollo, coliflor, tomate, etc.) adelantando la cosecha.

Su construcción es sencilla, con pequeños muros de adobe para proteger el almácigo del viento frío; sobre ellos se coloca la paja, tela de saquillos, agrofílm o calamina plástica.

1. CAMAS ORGÁNICAS PROTEGIDAS

Tienen doble función de almacigueras y medios atemperados de producción de hortalizas durante todo el año, rotando y asociando diferentes cultivos, son de uso intensivo.

Hay dos tipos: las altas, apropiadas para regiones húmedas y relativamente templadas y las bajas que son adecuadas par regiones frías, donde las heladas son muy intensas y los suelos secos.

Su construcción es similar; están compuestas por muros de adobes y una cobertura de paja, agrofílm, tela de saquillos, calamina plástica y ocasionalmente vidrio.

Las dimensiones varían generalmente desde 10 m² hasta 16 m² o más, la altura del muro más

alto es de 1 m. y del más bajo es de 40 cm.

1. TÚNELES

Son utilizados para la producción de cultivos anuales durante las épocas de verano y principios o fines de invierno, en los valles se usa en todo el invierno. Su construcción consiste en arcos de fierro o tubos de PVC cubiertos con agrofilm.

Existen tres tipos de túneles: los fijos, los destapables y los móviles, de acuerdo a si la cubierta de agrofilm se queda sujeta o puede ser levantada de acuerdo a las necesidades.

1 CARPAS SOLARES

En el altiplano boliviano se han desarrollado diferentes tipos de carpas solares, las de túnel, medio túnel, medias aguas y dos aguas. El mejor resultado se ha obtenido con la de media agua.

La construcción es sencilla. Se utiliza adobes para los muros, madera o fierro de construcción para el armazón del techo y agrofilm o calamina plástica para la cubierta.

2 INVERNADEROS

Son los más sofisticados y caros, de muy poca aceptación en nuestro medio, debido a los elevados costos de construcción y mantenimiento. Tienen una superficie de 450 y 10.000 m², sus muros son de adobe en el altiplano y pueden ser de vidrio o agrofilm en los valles. La estructura para el techado es de madera o de fierro de construcción, cubierto por agrofilm, calamina plástica o de vidrio.

Ocasionalmente cuentan con sistemas de calefacción o ventilación. La producción principalmente son flores, hortalizas y plantas verdes.

Acerca de los invernaderos, Ayaviri (1996) menciona 2 tipos de construcciones:

6.1 INVERNADERO ANDINO-DISEÑO LORINI, J(1986)

La construcción del invernadero es con materiales que existen en la región, no solo por razones de costo, sino también por el hecho de que tienen mejor eficiencia térmica, como el caso de los adobes y tapias de barro. Los cimientos y sobrecimientos son realizados con piedra y agregado de barro con paja, sobre una superficie de 70 m² se cava en el terreno a 0.20 m de profundidad y 0.40 m de ancho del diseño.

El ancho de la pared es de 0.40 m. Por razones térmicas, las paredes pueden ser construidas de tapial.

El invernadero construido para las condiciones del altiplano central se realiza a nivel; sin embargo, en regiones donde las condiciones de los suelos son de mayor profundidad o donde el frío es más intenso, se puede construir en forma semi enterrada a 0.30 m. o mayor profundidad, dependiendo de las características mencionadas; esto con el fin de aumentar la eficiencia térmica o, si la construcción es de tapial, permitir maximizar el uso del espacio y de los insumos.

En la cobertura del Invernadero Andino se han probado tres tipos dentro de lo que el mismo de forma: cobertura de vidrio de 5mm. de espesor, con superficie esmerilada para la

difracción de los rayos.

Cobertura de Placas de Policarbonato alveolar-Planchas de doble capa con espaciamiento de aire, con una cobertura de doble capa de Agrofilm de 300 micras.

Los resultados obtenidos en el modelo andino son buenos, habiéndose determinado menor eficiencia térmica. En el interior se tienen temperaturas diurnas que llegan entre 25 °C y 28 °C y las nocturnas registradas son de 1 °C a 2 °C en los meses de junio y julio.

Las condiciones de humedad son mas elevadas en los dos casos anteriores, por lo que el riego tiene que ser incorporado con precaución a fin de evitar excesiva humedad relativa ambiente, (Lorini, 1994, citado por Ayaviri, 1996).

6.2 INVERNADERO FAMILIAR CON CUBIERTA PARABÓLICA ITTAZA

Cumple las condiciones recomendadas, obteniéndose en el mismo la climatización adecuada.

El suelo, presentando por un sustrato inicialmente en forma empírica, puede ser mejorado a medida que el agricultor profundice sus conocimientos.

El agua por goteo proviene de pozos, de fuentes o de la red pública. Tiene 28 m² de superficie, con cobertura parabólica de agrofilm de 250 micrones y paredes de adobes.

Tiene una red plástica anti-helada de unos 80 cm. de ancho y colocada a lo largo de los 8 m. del invernadero requiriendo para su construcción mano de obra no calificada (propia del lugar).

La construcción requiere un alto porcentaje de materiales de origen local, de materiales fabricados artesanalmente en el sitio de las obras, (Guzmán, 1993, citado por Ayaviri, 1996).

CAPÍTULO II

FACTORES FÍSICO-AMBIENTALES EN LOS QUE SE FUNDAMENTA LA CONSTRUCCIÓN DEL WALIPINI Y DEL PANQAR HUYU

1 PROPIEDADES TÉRMICAS DEL SUELO

Geery (1982), citado por Velasco (2001), publicó una de las primeras obras acerca de ambientes atemperados subterráneos. Ubicado el invernadero dentro del suelo se proporciona un efecto ascendente del desempeño térmico de manera que las partes más bajas no se congelen en invierno. Consecuentemente, esta región se hace fresca en verano. Este efecto puede ser llamado como *fricción térmica*. Esta analogía es particularmente aplicable debido a que la porción superior del suelo alrededor del invernadero será la primera afectada por los fríos invernales; sin embargo, después de meses de frío o Fricción térmica, la parte más baja mostrará una lenta disminución térmica.

Cuando la masa (tierra, piedra, agua – materia densa) entra en contacto con la luz solar absorbe y almacena calor. Al absorber el calor, las paredes del los ambientes semi subterráneos se cargan de calor como baterías de carga eléctrica.

El almacenamiento de calor en la masa del suelo es conocido como el “*Efecto Volante*”; al cargarse el volante durante el día (almacenando calor/energía) y rotando hacia abajo o descargándose en la noche. Cuando el calor/energía fluye de las paredes del ambiente, hacia fuera del invernadero a través del plástico sale hasta el aire frío de la noche. La cantidad de calor almacenado en los muros de tierra, es un factor crítico en el mantenimiento de cultivos para que no tengan quemaduras o se congelen durante los días más fríos del invierno. El walipini y el panqar huyu se diseñan para absorber más de los rayos solares y calor durante

los tres meses más fríos del invierno, que en cualquier otra época del año. La clave aquí es tener suficiente energía almacenada en la masa para que durante el invierno las plantas no se dañen. (Construcción de un Walipini, 2002).

2 LA RADIACIÓN SOLAR

Las principales longitudes de onda que entra en los invernaderos están dentro del rango de 400 a 720 nanómetros, que corresponden al espectro visible. Cuando tales longitudes de onda chocan con objetos, estos las absorben y las reemiten en longitudes de onda de menor energía, como las ondas infrarrojas u ondas de calor, pero cuando llega a ciertos materiales plásticos como el polietileno, rompe las moléculas a través del tiempo, este proceso es retrasado utilizando plásticos resistentes (Geery, 1982, citado por Velasco, 2001).

Los objetos tibios, tales como las plantas, estructura del invernadero, y suelo irradian energía infrarroja hacia cuerpos fríos tales como el cielo en la noche. Esta condición es una fuente grande de pérdida de calor ya que el polietileno no es una buena barrera para la radiación de calor. Una cubierta de polietileno es más fría en invierno que el aire dentro el invernadero, así con una temperatura moderada la mayor parte de la humedad de aire se contacta con el polietileno y se enfría. Como resultado el vapor se condensa formando láminas en la superficie del polietileno que, con el tiempo, al incrementarse la cantidad cargada cae a las plantas debajo. Además, la mayor parte del calor es perdido por conducción a través de los materiales de cubierta. Si la cubierta es polietileno, pierde 1.2 BTU/pie² por cada hora, si una segunda lámina es instalada solo 0.7 BTU/pie²/hora, es perdida, (Nelson, 1998, citado por Velasco, 2001).

3 HUMEDAD

La cantidad de humedad presente en la atmósfera de invernadero está en proporción directa con la humedad del terreno, y más ampliamente, está en proporción directa con el balance hídrico del invernadero.

Entre más densa sea la masa (el agua es más densa que el cascajo y el cascajo es más denso que el suelo) más energía se puede almacenar en un área. Una masa de un color más oscuro, tal como el café verde o negro absorben mejor el calor. Es así que un suelo húmedo es más resistente a los cambios de temperatura, teniendo un comportamiento térmico mucho más constante.

4 ANHÍDRIDO CARBONICO

El proceso de la fotosíntesis es conocido como proceso base del reino vegetal y el anhídrido carbónico es reconocido como la sustancia fundamental de este proceso. La cantidad de gas carbónico de la atmósfera es de 0.03%, esta cantidad puede variar de un 0.02% hasta un 0.04%. De todos modos, la concentración de este gas sería mayor en el interior de un invernadero que al aire libre.

Se puede ver que en las primeras horas de la mañana en un día despejado la concentración de CO₂ en un invernadero es más alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad luminosa y, por lo tanto, el proceso de organización, hay una baja rápida de CO₂ que alcanza niveles muy bajos, casi 0.02%. Durante algunas horas este nivel se mantiene casi constante hasta que la intensidad luminosa empieza a disminuir; desde este momento aumenta gradualmente la concentración de CO₂, y al finalizar el día alcanza los niveles iniciales.

De lo que se deduce que la concentración de CO₂ es inversamente proporcional a la

intensidad luminosa

Hay que poner de relieve, que a menudo la concentración de CO₂ presente en un invernadero no es suficiente para las necesidades de las plantas hasta el punto que puede llegar a ser el factor limitante, teniendo en cuenta también que en un invernadero los procesos fisiológicos adquieren ritmos más intensos de desarrollo.

En los meses de verano la alta temperatura que se llega a alcanzar en el interior del invernadero obliga a abrir las ventanas y, por lo tanto, el nivel de CO₂ que pueda haber disminuido vuelve a su nivel normal.

Durante el invierno en días de cielo nublado, la concentración de CO₂ es más baja que en días de cielo despejado, puesto que en el primer caso, dadas las condiciones ambientales, los invernaderos permanecen cerrados por todo el día y el gas presente en el invernadero es absorbido por las plantas y no puede ser devuelto desde el exterior.

Por lo tanto, entre los factores limitantes al normal desarrollo de las plantas en los meses de invierno, hay que recordar no solamente la luz, sino también la concentración de gas carbónico y hay que recordar también que el nivel de CO₂ en el interior del invernadero está relacionado sobre todo con la energía solar y con la temperatura exterior.

La construcción del walipini y del panqar huyu está fundamentada en los principios antes descritos. De esta forma las ventajas comparativas respecto al resto de los ambientes atemperados con unes del altiplano posibilitan un eficiente régimen hídrico y térmico en el walipini y en el panqar huyu.

CAPÍTULO III

EL WALIPINI

1 ORIGEN DEL WALIPINI

Buscando soluciones a las deficiencias con las que se tropezaban en los sistemas semi-controlados de producción tradicional en el altiplano, y con el interés de poder contar con producción hortícola durante todo el año, evitando que las inclemencias del tiempo provoquen la disminución o la pérdida total de la producción, el señor Peter Eselí de nacionalidad suiza, dueño de la granja Agroforestal Ventilla ubicada a 50 km. de la ciudad de La Paz, camino a Oruro, implementó entre los años 1989 – 1990 un tipo de invernadero subterráneo, al que denominó WALIPINI, voz aymara que etimológicamente significa “Está Bien “.

En el año de 1990, el Instituto Benson se asoció con el Sr. Peter Iseli con el interés de apoyar económica y logísticamente con la investigación y la implementación de esta nueva alternativa de producción, dirigida al poblador andino, no sólo boliviano sino sudamericano, Ayaviri (1996).

En la actualidad el Instituto Benson continúa experimentando en la producción en walipinis y pancar huyus, pero al mismo tiempo, en algunas comunidades del altiplano ya se realizaron réplicas de las experiencias de la estación experimental de Letanías, por iniciativa propia de los comunitarios y/o con la cooperación y asesoramiento de otras instituciones como CECASEM, ONG que está desarrollando sus actividades en las provincias de Larecaja y Omasuyos de la ciudad de La Paz.

2 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y DE CONSTRUCCIÓN DE LOS WALIPINIS

El diseño de los walipinis cumple con los principales requisitos de construcción de instalaciones de control micro climático, con la particularidad que optimiza el régimen hídrico y térmico.

2.1 UBICACIÓN

Es muy importante el tipo de suelo, la estructura y la composición del mismo. Si los horizontes de excavación son permeables, podría derivar en deslizamientos de los muros de tierra del walipini. Así mismo, la proximidad de las napas freáticas posibilitaría infiltraciones perjudiciales para las siembras futuras.

Antes de empezar con los trabajos de excavación, se recomienda hacer perforaciones de sondeo que permitan determinar la composición de los horizontes del suelo.

El walipini deberá estar ubicado en las proximidades de los pozos de agua para facilitar los trabajos culturales y principalmente para el abastecimiento apropiado de agua para el riego.

2.2 ORIENTACIÓN

Una vez definida la calidad del suelo, la orientación de la construcción es muy importante.

En el hemisferio sur, la inclinación de la cobertura del techo deberá orientarse hacia el norte, de tal forma que el largo del walipini coincida con el eje este-oeste. De esta forma se optimizará el ingreso de los rayos solares dentro del ambiente. La finalidad es la de pactar al mayor cantidad de radiación solar durante el día.

En el caso de que no se cuente con una brújula que nos indique el norte, Velasco (1999), indica que un método sencillo de orientar la construcción hacia el norte es: ubicar verticalmente un madero ya sea durante las primeras horas de la mañana o al atardecer, de esa forma la sombra que proyecta indicará aproximadamente el eje buscado (este-oeste), con la ayuda de estacas y cuerdas, se demarcara la superficie a ser excavada. (Figura 1).

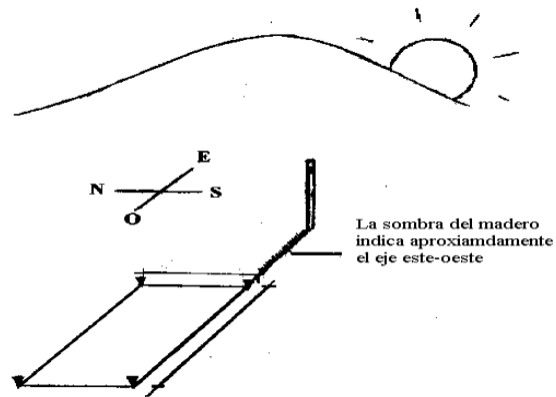


Figura 1

La variación en la posición del recorrido del sol de acuerdo a la estación del año no derivará en un error de consideración en la orientación del walipini, calculando la pérdida de radiación solar diaria en un margen no mayor al 7 %.

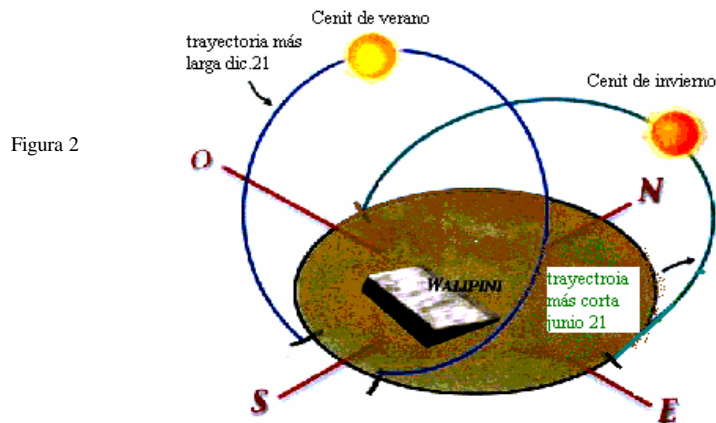


Figura 2

2.3

EXCAVACIÓN

La excavación puede ser manual o con maquinaria. Es recomendable que el horizonte arable de la superficie del suelo, sea separado para poder de esta forma utilizar más adelante cuando estemos preparando la cama orgánica.

La profundidad de excavación del walipini se deja a criterio del constructor dependiendo de la explotación y manejo del ambiente; sin embargo, recomendamos una profundidad total de excavación de 2.20 m., para que una vez preparado el drenaje y la cama orgánica nos quede aproximadamente un foso de 1.80 m. de profundidad.

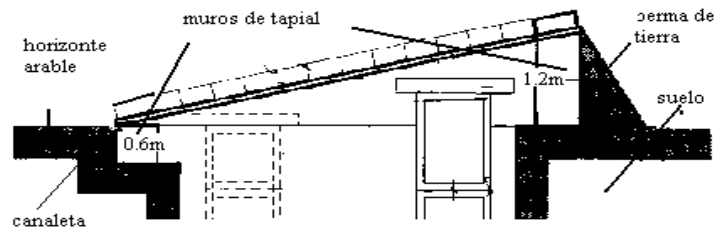
El área a ser perforada, puede variar de acuerdo a las necesidades de los productores en Letanías. El área excavada es de 4.0 m. x 22.0m., la razón por la que se optó por esta área son las dimensiones del rollo de agrofilm (el item más costoso). De esta forma se consigue utilizar todo un rollo de agrofilm sin sobrantes y la producción costo-beneficio por m² de construcción es mayor.

2.4

EDIFICACIÓN DE LAS PAREDES

Los muros del walipini pueden ser contruidos de diferentes materiales. Se debe poner especial atención en la solidez de los mismos, ya que deben soportar el peso del techo y de la berma de tierra que descansa sobre ellos.

Con el afán de reducir costos en materiales de construcción, en el campo experimental de Letanías los muros son de tapiales de 0.6 m. de alto por 0.5 m. de ancho y de 2.0 m. de largo.



En la gráfica se detallan los pormenores de la posición de los muros de tapial, de la berma de tierra y del suelo.

Figura 3

Los muros se edificaron directamente sobre la superficie del suelo sin cimientos, la pendiente del techo se apoya sobre un murete de tapial que se construyó con el afán de dar mayor resistencia al suelo, pues el horizonte arable no nos proporciona la dureza necesaria. El excavar a una profundidad de 0.6 m. para poder construir un murete de las características requeridas, es una sugerencia que hay que tomar en cuenta.

Las bermas que se construyen en todas las paredes del walipini deben tener por debajo una cobertura de agrofílm para prevenir posibles infiltraciones. Otra de las funciones del talud es de proveer de mayor volumen de tierra que almacena calor y a la vez aísla las temperaturas frías del suelo y los vientos.

2.5 PUERTAS DE VENTILACIÓN

Las puertas de ingreso al walipini deben estar dispuestos diagonalmente opuestas en las paredes laterales, de manera que garantice el movimiento de aire dentro del recinto. La excavación de las mismas debe realizarse al mismo tiempo que se excava la fosa.

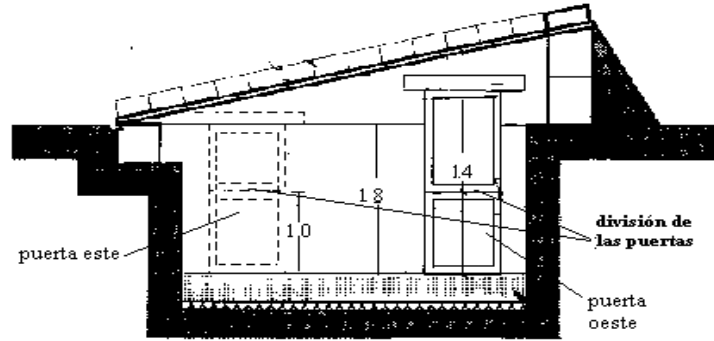


Figura 4

Como el walipini carece de ventanas para la ventilación, es necesario que las puertas estén diseñadas de tal forma que la parte superior de las mismas permanezca abierta durante el día, para que se asegure el ingreso de aire fresco al interior del ambiente.

2.6 TECHO O COBERTURA

La estructura más importante, costosa y de menor vida útil en el walipani es el techo. El material que recomendamos por sus características y bajo costo, es el agrofilm de 250 micras de espesor. La composición química y física de este material hace que sea más resistente a los rayos ultravioleta, por lo que el deterioro de la misma es mucho más lento en comparación con otros polietilenos.

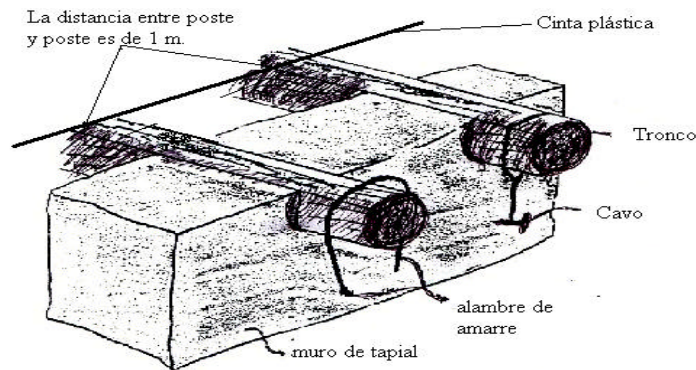


Figura 5

La estructura sobre la que se extiende el agrofilm, está armada por vigas de 6 m de largo y 0.10 m. de diámetro. Estas vigas son postes de eucalipto (callapos), que sujetan de los tapiales con alambre de amarre y clavos de 5". La distancia entre viga y viga es de 1 m. haciendo un total de 21 postes que cubren el área a techar. Sobre los postes, en dirección transversal, se extienden cintas plásticas que cumplen la función de dar más estabilidad evitando que por el peso del granizo, nieve o agua, se formen depresiones en el agrofilm que ocasionarían el deterioro prematuro del techo.

Una vez que están sujetos los postes a los muros, se extiende el agrofilm en la parte inferior del techo, tesando con fuerza para evitar que se formen depresiones en el centro. Con la ayuda de vigas delgadas en las que se envuelven parte del agrofilm lateral, se sujeta a las paredes este y oeste con clavos de 5" y alambre de amarre. Posteriormente se extiende el resto del agrofilm en la parte superior del techo, de esta manera se forma un traslape entre la parte superior e inferior de la grofilm de unos 0.4m de ancho.

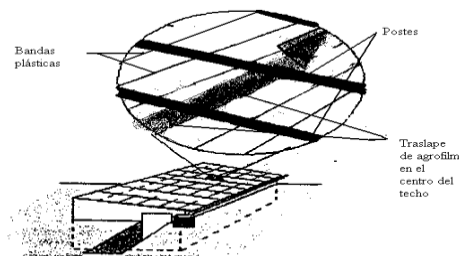


Figura 6

Para sujetar el agrofilm a los postes de madera, es necesario contar con bandas de goma de llantas que haciendo de bolandas, eviten que los clavos deterioren el agrofilm a causa de los fuertes vientos.

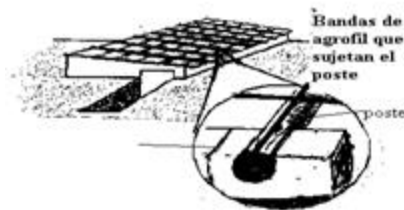


Figura 7

Al finalizar la pendiente del techo del walipini es necesario colocar canaletas que desvíen el torrente de agua del techo hacia zanjias de drenaje externo. El ajuste de la canaleta a los callapos debe hacerse con sunchos (láminas delgadas de metal maleable), que puedan soportar la carga de agua de desagüe.

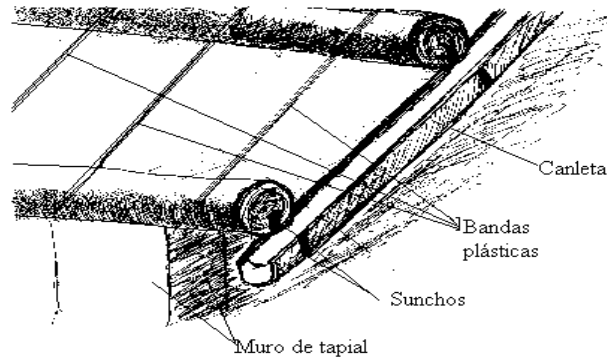


Figura 8

3 FACTORES FÍSICO -AMBIENTALES EN LOS WALIPINIS

Los factores físicos ambientales comprenden todo lo que está relacionado con el medio ambiente (la temperatura, humedad relativa, radiación solar), el agua y el suelo (substrato).

El papel que juega el medio ambiente en la construcción y la producción de los walipinis, se detalla ampliamente en los fundamentos técnicos de la construcción del walipini y elpanqar huyu por lo que en este capítulo analizaremos los factores físicos.

3.1 CAMA ORGÁNICA (SUELO)

Para facilitar el trabajo, se recomienda que antes del techado y una vez cavado el foso se prepare la cama orgánica.

3.1.1 DRENAJE

El drenaje dentro del walipini nos ayuda fundamentalmente para evitar la segunda

salinización del suelo, que se convierte en un serio riesgo debido a que la producción de hortalizas en este tipo de ambientes requiere de riego continuo de las parcelas cultivadas. En los walipinis de Letanías se colocó una capa de 15-20 cm. de alto de cascajo de piedra manzano.

3.1.2 SUSTRATO

La mayoría de enfermedades y plagas que afectan a los cultivos hortícolas tienen su origen en el suelo de cultivo. No obstante, el altiplano no es ambiente favorable para el desarrollo de agentes patógenos que afectan a las hortalizas, por lo que podemos esperar que los suelos locales no contengan gran cantidad de este tipo de organismos. Sin embargo, no se puede afirmar lo mismo respecto a las materias orgánicas o composta que se utiliza con el suelo, por lo que se recomienda trabajar con abonos que no sean frescos, Iturri (1998).

La relación del suelo y abono de origen animal puede variar de acuerdo al tipo de suelo con el que se trabaje y a las exigencias de los cultivos. Se recomienda en lo posible evitar los abonos de origen químico. Como es de conocimiento, los suelos del altiplano son esencialmente básicos, y los abonos de origen animal tienen pH ácido lo que permite que la alcalinidad del suelo baje mejorando sus propiedades.

En Letanías se incorporó una mezcla homogénea de suelo del horizonte A_p (tierra que se separó en el momento de empezar la excavación) y de abono de origen animal en una proporción de 3:1 respectivamente, es decir que por cada 3 volúmenes de tierra se utiliza 1 de abono.

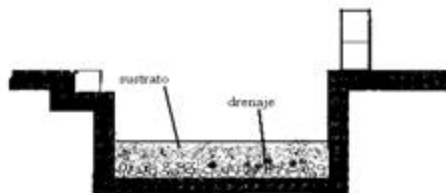


Figura 9

El abono incorporado al sustrato no debe ser fresco, debe estar ya descompuesto para que pueda ser aprovechado por las plantas en un periodo relativamente corto. Se recomienda realizar el abonado cada vez que concluya un ciclo de rotación.

3.2 RIEGO (AGUA)

Una vez que el sustrato ha sido depositado en la fosa y la superficie está completamente nivelada se procede al riego con suficiente agua como para superar la capacidad de campo del sustrato. Los propósitos de este riego son homogenizar el sustrato, incrementar la fertilidad del suelo y mejorar sus propiedades físicas.

Velasco (2001), menciona que cuando se cultiva bajo sistemas de irrigación surgen dos problemas generalizados: 1) La sobre irrigación, realizada para asegurar grandes cantidades de agua en el perfil del suelo, que se basa en calendarios prediseñados o que resulta de técnicas de aplicación poco eficientes; y 2) la aplicación en cantidades menores a lo necesario, situación que influye en la ineficacia de las técnicas empleadas al no satisfacer los requerimientos de la planta. Por estas razones, la tendencia actual es elevar la eficiencia de uso de este recurso mediante su aplicación en cantidades y momentos apropiados.

Las cantidades de agua para el riego dentro de un micro-sistema controlado depende de muchos factores: desde el tipo de suelo hasta el periodo vegetativo en el que se encuentra el cultivo. Es por eso que se requiere formar criterios del requerimiento de riego para cada cultivo. Una forma sencilla de poder determinar la necesidad de riego es por medio de muestreos diarios de las parcelas, y determinar lo seca que se encuentra la superficie. Si se extiende por más de 2cm. es muestra clara de que esta parcela necesita riego.

Iturri (1998), menciona, que el riego localizado contribuye al uso más eficiente del agua y reduce la humedad relativa. Los riegos al final de la tarde son mejores que los que se realizan durante el día, ya que reducen las pérdidas por evaporación y disminuyen la difusión de infestaciones de hongos.

3.3 VENTILACIÓN

Para el buen funcionamiento de un walipini y para que el rendimiento de los cultivos no se vea afectado por altas temperaturas o por la humedad excesiva, es necesario poner especial atención a la ventilación de estos ambientes.

La construcción de las puertas está diseñada para posibilitar la apertura de la parte superior a forma de ventanas que posibilitan el ingreso de aire fresco. La apertura de las mismas nos permite regular la temperatura dentro del walipini.

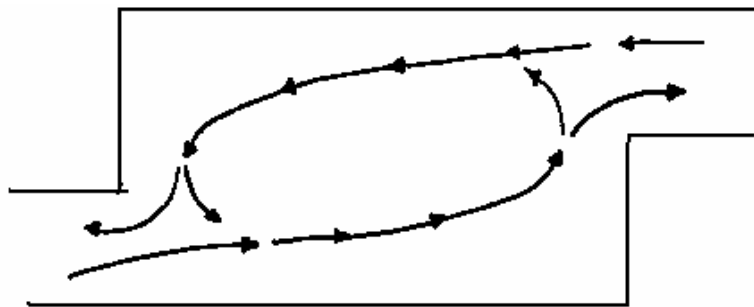


Figura 10

Las flechas muestran la dinámica de aire fresco y caliente dentro del walipini.

Iturri (1998), indica que las temperaturas más altas se registran a partir del medio día. Para evitar que el ambiente se caliente demasiado y afecte el desarrollo de algunos cultivos, se recomienda ventilar el ambiente poco antes del medio día.

Como sabemos, cuando aumenta la intensidad luminosa hay una baja rápida de CO_2 , que

alcanza niveles de hasta casi 0.02%. En las horas de mayor radiación solar, la ventilación permite que el nivel de CO₂ que pueda haber disminuido vuelva a su nivel normal.

Como no es conveniente que el ambiente se enfríe, se deben cerrar las puertas cuando la temperatura empieza a descender para que se almacene más calor para afrontar las bajas de temperatura durante la noche. En algunos casos se ha observado que los walipinis pueden calentarse demasiado durante el día. Para reducir este incremento de temperaturas y disminuir la pérdida de calor durante la noche, se puede cubrir con paja parte de la superficie entre el 15 a 20 % del área total.

La humedad relativa del ambiente tiene un comportamiento semejante al de la temperatura, y se controla con la ventilación del ambiente a través de la apertura de las partes superiores de las puertas.

Las temperaturas máxima y mínima promedio del walipini en la estación de invierno respectivamente es de 39.48C° y 6.7C°, mientras que en el exterior fluctúa entre los 21.02 N° de temperatura máxima y -5.35 N° de mínima. De igual forma la HR promedio es de 54.24 %, en base a datos de Ayaviri (1996), (ver cuadro en anexos).

CAPÍTULO IV

EL PANQAR HUYU

La implementación de los walipinis en sus predios de Letanías permitió al Instituto Benson determinar la viabilidad de este sistema de producción. Iturry (2000), mediante un estudio realizado, concluye que el mantenimiento reemplace las partes y la adquisición de insumos (en cantidades suficientes para cubrir las necesidades de un walipini), convierte al walipini en dependiente de subvención económica.

De acuerdo a lo anterior, se deduce que la inserción del pequeño productor al mercado para la realización de su producción, no es una forma efectiva de conseguir ingresos económicos, por lo que el agricultor se ve obligado a vender su fuerza laboral en las ciudades por periodos prolongados, en los que la mujer y los niños quedan a cargo de una gran carga de trabajo y responsabilidad que deriva en el descuido de la producción del walipini.

1 ORIGEN DEL PANQAR HUYU

Hartmann (1990), en la descripción de los tipos de ambientes atemperados, incluye la descripción de las camas orgánicas. Él indica que hay dos tipos de camas orgánicas protegidas: las altas, apropiadas para regiones húmedas y relativamente templadas y las bajas que son adecuadas par regiones frías, donde las heladas son muy intensas y los suelos secos.

La construcción de ambos tipos es similar. Están compuestas por un muro de protección hecho de adobes y una cobertura de paja, agrofilm, tela de saquillos calamina plástica y ocasionalmente vidrio. Las dimensiones varían según las condiciones locales pero generalmente cubren un área de 16 m² (10.0 x1.6 m.) El muro más bajo debe tener una altura aproximada de 0.4 m. y el alto de 1.0 m. para crear un declive cuyo ángulo sea de

aproximadamente 30 grados a fin de evitar el estancamiento de agua, granizo o nieve en la cubierta.

La cama baja se caracteriza por tener un medio de cultivo más bajo que la superficie del suelo.

El *panqar huyu* o *cama baja atemperada* (CBA), que etimológicamente significa *huerto de flores*, es el resultado de modificaciones hechas a las camas orgánicas atemperadas. A diferencia de estas últimas, el *panqar huyu* carece de la pared norte, y el muro sur no es de gran altura.

2 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y DE CONSTRUCCIÓN DE LOS PANQAR HUYUS.

2.1 UBICACIÓN

Una vez ubicada el área en el que se construirá el *panqar huyu*, se recomienda hacer perforaciones de sondeo que permitan determinar la composición de los horizontes del suelo, los mismos que deben ser de textura compacta para evitar posibles deslizamientos de los muros de tierra del *panqar huyu*. Así mismo, la proximidad de la napa freática posibilitaría infiltraciones perjudiciales para las siembras futuras.

El *panqar huyu* deberá estar ubicado en las proximidades de los pozos de agua para facilitar los trabajos culturales y principalmente para el abastecimiento adecuado de agua para el riego.

2.2 ORIENTACIÓN

Una vez definida la calidad del suelo donde se construirá el *panqar huyu*, la orientación de la

construcción es muy importante.

Respecto a la orientación, Hartmann (1990) enfatiza en que la lámina de protección transparente o techo de un ambiente atemperado en el hemisferio sur debe orientarse hacia el norte con el objeto de captar la mayor cantidad de radiación solar. De esta manera, el eje longitudinal está orientado de este a oeste.

En el caso de que no se cuente con una brújula que nos indique el norte, Velasco (1999) indica que un método sencillo de orientar la construcción hacia el norte es: ubicar verticalmente un madero ya sea durante las primeras horas de la mañana o al atardecer, de esa forma la sombra que proyecta indicará aproximadamente el eje buscado (este-oeste), con la ayuda de estacas y cuerdas, se demarcara la superficie a ser excavada. (Figura 11).

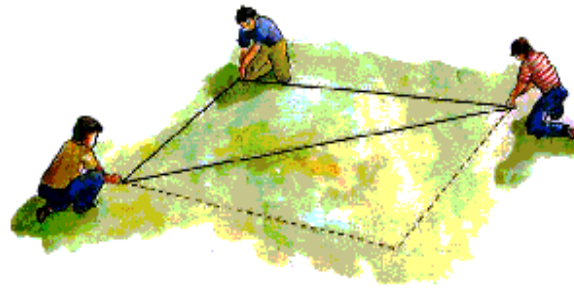


Figura 11

La variación en la posición del recorrido del sol de acuerdo a la estación del año, no derivará en un error de consideración en la orientación del panqar huyu, y la pérdida de radiación solar diaria está calculada en un margen menor al 7 %. (Figura 12)

2.3 EXCAVACIÓN

La excavación puede ser manual o con maquinaria. Es recomendable que el horizonte arable del suelo, sea separado para poder de esta forma utilizar más adelante cuando estemos preparando la cama orgánica, el resto de la tierra extraída se recicla en la construcción de los adobes y de las bermas.

La profundidad de excavación del panqar huyu, se deja a criterio del constructor dependiendo de la explotación y manejo del ambiente; sin embargo, recomendamos una profundidad total de excavación de 1.0 m., para que una vez preparado el drenaje y la cama orgánica nos quede aproximadamente un foso de 0.6 m. de profundidad.

El área a ser perforada puede variar de acuerdo a las necesidades de los productores. En Letanías el área excavada es de 1.3 m. x 3.0 m., la razón por la que se optó por esta área son las dimensiones del rollo de agrofilm, (el item más costoso). De esta forma se consigue optimizar el agrofilm, y la producción costo-beneficio por m² de construcción es mayor. Así mismo estas dimensiones facilitan el manipuleo de la cubierta móvil.

2.4 EDIFICACIÓN DE LAS PAREDES

Los muros se edifican directamente sobre la superficie del suelo sin cimientos, la pendiente del techo se apoya sobre un murete de adobe que se le construye con el afán de dar mayor resistencia al suelo, pues el horizonte arable no nos proporciona la dureza necesaria para sujetar el techo móvil.

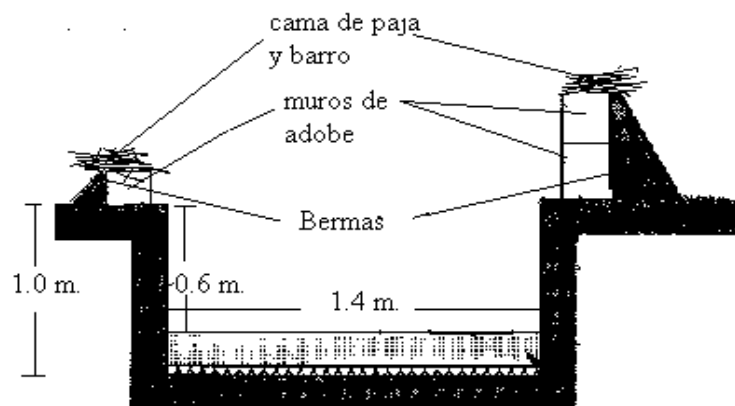


Figura 12

Se prepara una mezcla de paja y barro que se coloca sobre los muros de adobe a forma de *colchones de paja y barro* (en nuestro medio se conoce como kuawa), que amortiguan el peso del bastidor de la cubierta movable. Otra función de este colchón es la de favorecer el escurrimiento del agua de la cubierta.

Las bermas que recubren las paredes tienen además la función de proveer un mayor volumen de tierra que almacena calor y que a la vez aísla las temperaturas frías del suelo y los vientos.

2.5 TECHO O COBERTURA

La estructura más importante, costosa y de menor vida útil en el panqar huyu es el techo. El material que recomendamos por sus características y bajo costo, es el agrofim de 250 micras de espesor. La composición química y física de este material hace que sea más resistente a los rayos ultravioleta, por lo que el deterioro de esta cobertura es mucho más lento, en comparación con otros polietilenos.

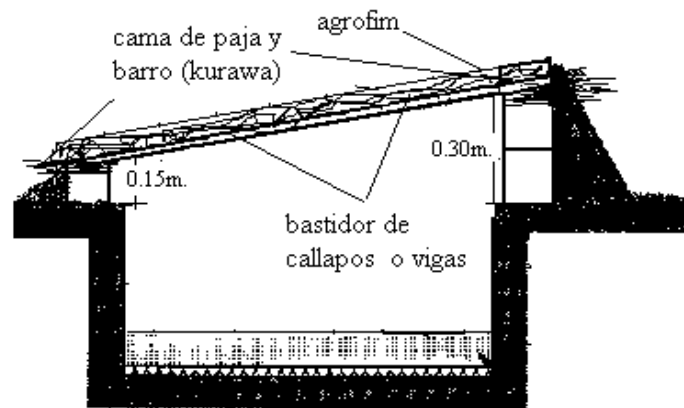


Figura 13

El bastidor sobre el que se extiende el agrofim está armado por vigas de madera o postes de eucalipto (callapos) de 1.6 m de ancho x 3.3 m. de largo. En el centro del bastidor se sujeta una viga de sostén para que de mayor firmeza al techo en la parte central. El agrofim se

sujeta al bastidor tesando con fuerza para evitar que se formen depresiones en el centro por el peso del agua de lluvia, granizo o nevada.

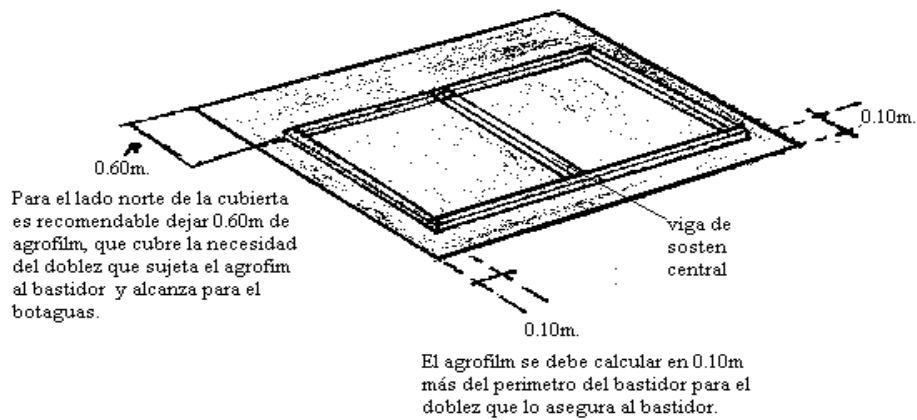


Figura 14

Para sujetar el agrofilm a los postes de madera es necesario contar con bandas de goma de llantas que, hechos de bolandas, eviten que los clavos deterioren precozmente el agrofilm a causa de los fuertes vientos.

Es necesario cavar zanjas de drenaje en todo el perímetro externo del panqar huyu. La parte del agrofilm que se deja suelto en el bastidor, que se apoya en la pared norte, debe caer directamente en la zanja de drenaje para el desagüe de la cubierta.

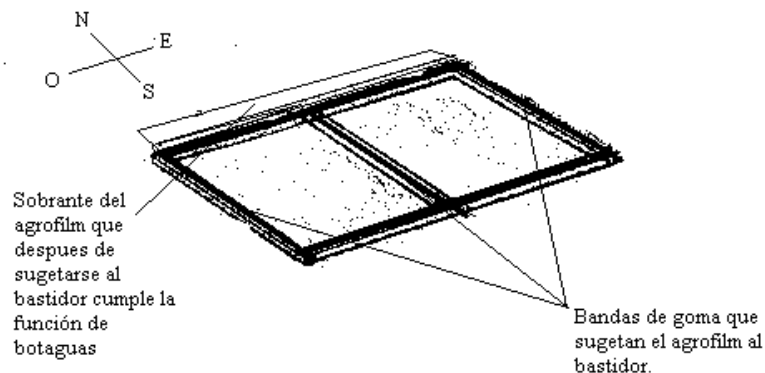


Figura 15

3 FACTORES FÍSICO -AMBIENTALES EN LOS PANQAR HUYUS

Este subsistema agro ecológico comprende todo lo que está relacionado con el medio ambiente (la temperatura, humedad relativa, radiación solar), el agua y el suelo (substrato).

3.1 CAMA ORGÁNICA (SUELO)

Para facilitar el trabajo se recomienda que antes del techado y una vez cavado el foso se prepare la cama orgánica.

3.1.1 DRENAJE

El drenaje dentro del panqar huyu nos ayuda fundamentalmente a evitar la segunda salinización del suelo por capilares, más aún en Letanías, donde el problema de suelos salinos es frecuente. Debido a que la producción de hortalizas en los ambientes controlados requiere de riego continuo, la floración de sales en la superficie se convierte en un serio problema. En los panqar huyus de Letanías se colocó una capa de 0.10-0.15 m. de alto de cascajo de piedra manzano.

3.1.2 SUSTRATO

El medio de cultivo ideal para las hortalizas es un suelo franco con un pH de aproximadamente 6 y un contenido de materia orgánica de 5%. Además, debe tener una textura que sea lo suficientemente liviana como para permitir el drenaje de excesos de agua pero que a su vez mantenga la humedad adecuada para los cultivos, (Seymour J, 1980, citado por Hartman, 1990)

La relación de suelo y abono de origen animal puede variar de acuerdo al tipo de suelo con el

que se trabaje. Cabe mencionar, que la cantidad de microelementos que se incorpora al sustrato con el abono animal optimiza la asimilación de los macronutrientes del suelo. Como es de conocimiento, los suelos del altiplano son esencialmente básicos, y los abonos de origen animal tienen pH ácido lo que permite que la alcalinidad del suelo baje mejorando sus propiedades.

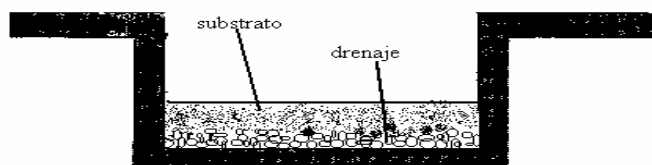


Figura 16

El sustrato para los panqar huyus se preparó con una relación de 2:1, (2 unidades de tierra por 1 de abono descompuesto de animal). La tierra utilizada en el sustrato no es otra que el horizonte arable H_0 la que se separó en el momento de la excavación, mientras que el estiércol de oveja aportó los nutrientes necesarios para conseguir un medio rico en macroelementos (nitrógeno, fósforo, potasio) y en microelementos (boro, carbono, molybdeno, azufre, zinc, etc.). Además el abono animal mejora la estructura del suelo, optimizando la aireación, la humedad del suelo y permite el drenaje de excesos de agua. Por las características de producción hortícola intensiva de los panqar huyus se recomienda incorporar abono cada vez que se cumpla un ciclo de rotación para de esta forma mantener el equilibrio químico-biológico en los suelos.

3.2 RIEGO

Una vez que el sustrato ha sido depositado en la fosa y la superficie está completamente nivelada, se procede al riego con suficiente agua como para superar la capacidad de campo

del sustrato. Los propósitos de este riego son homogenizar el sustrato, incrementar la fertilidad del suelo y mejorar sus propiedades físicas.

Por otra parte, respecto a la condensación del agua dentro del panqar huyu, Jaime Michel (2001), indica que la cubierta de agrofilm impide que se disipe el vapor de agua generado por el riego, condensándose en forma de gotas que caen al sustrato de siembra.

Para el uso racional del agua, es recomendable en el panqar huyu el riego localizado al atardecer de forma que se evite la evaporación durante el día.

3.3 VENTILACIÓN

Iturry (1998), indica que las temperaturas más altas se registran a partir del medio día por lo que para evitar que el ambiente se caliente demasiado y afecte el desarrollo de algunos cultivos, se recomienda ventilar el ambiente poco antes del medio día.

La ventilación nos permite enriquecer el ambiente de CO₂. Como sabemos, cuando aumenta la intensidad luminosa, hay una baja rápida de CO₂, que alcanza niveles de hasta casi 0.02%. Durante algunas horas este nivel se mantiene casi constante. En las horas de mayor radiación solar, la ventilación permite que el nivel de CO₂ que pueda haber disminuido vuelva a su nivel normal. Cuando la intensidad luminosa empieza a disminuir, gradualmente aumenta la concentración de CO₂, y al finalizar el día alcanza los niveles iniciales.

Hay que poner de relieve que a menudo la concentración de CO₂ presente en un invernadero no es suficiente para las necesidades de las plantas.



Figura 17

Para evitar variaciones extremas, debidas a la alta tasa de radiación solar por la altitud y altura del altiplano (alrededor de 3750m.s.n.m.), la apertura parcial diaria de la cubierta es indispensable. De no ser así, las temperaturas pueden aproximarse a 49° C, produciendo un efecto de estrés hídrico en las plantas, (Velasco, 2001).

Para posibilitar el intercambio de aire fresco, proveniente del exterior, y el aire caliente, del interior del panqar huyu, es preciso a diario a media mañana levantar parcialmente la cobertura a una altura no menor de 0.20m.

CAPÍTULO V

SISTEMA AGROECOLÓGICO DEL WALIPINI Y PANQAR HUYU

Un agroecosistema es un conjunto de componentes abióticos (sin vida) y bióticos (con vida), relacionados directamente o indirectamente con la producción de alimentos, y que además interactúan entre sí dentro de un área o espacio físico determinado. El walipini así como el panqar huyu se constituyen en un agroecosistema ya que la producción de hortalizas está relacionada con factores abióticos como el suelo, el agua y otros parámetros climáticos, además de otros factores o componentes bióticos como las plagas, malezas, virus, bacterias, etc.

La mano de obra familiar y los insumos del mercado se pueden considerar como agentes “externos” al walipini y al panqar huyu, aunque tienen que ver directamente en los flujos de intercambio de materias y energía (ingresos y salidas del sistema), (Iturry, 1998).

El sistema agroecológico se puede dividir en tres subsistemas:

- Factores físico-ambientales
- Cultivos hortícolas
- Control de plagas y enfermedades

1 SUBSISTEMA DE FACTORES FÍSICO-AMBIENTALES EN LOS WALIPINIS Y PANQAR HUYUS

Este subsistema comprende todo lo que está relacionado con el medio ambiente (la temperatura, humedad relativa, radiación solar), el agua y el suelo (substrato).

El papel que juega el medio ambiente, agua y suelo, se detalló ampliamente en los fundamentos técnicos de la construcción y en los factores físico-ambientales en los walipinis y panqar huyus.

2 SUBSISTEMA DE CULTIVOS EN WALIPINIS Y PANQAR HUYUS

Iturri (1998), indica que la horticultura es la práctica del cultivo y cuidado de hortalizas. Comprende una serie de procedimientos sencillos, pero que demandan dedicación y perseverancia. Esta práctica, además de mejorar la dieta diaria de la familia, puede llegar a convertirse en un pasatiempo muy entretenido y satisfactorio sin importar la edad de las personas que la practican.

En la publicación de Rodake Editores en 1982, citados por Ayaviri (1996), señalan que las hortalizas de clima templado resisten temperaturas mínimas de hasta 5° C y 24° C de máximas, siendo el promedio óptimo entre los 15° C.

Luego de adquirir cierta experiencia en el manejo de estos cultivos y las épocas más favorables para su comercialización se puede empezar a producir excedentes dirigidos al mercado, ya que su venta proporciona mejores ingresos por superficie cultivada, que los cultivos extensivos locales (tubérculos y granos), (Iturri, 1998).

2.1 PREPARACIÓN DEL SUELO

El sustrato del walipini y panqar huyu por su alto contenido de materia orgánica presenta características favorables para la horticultura, lo que facilita las labores culturales.

Antes de cualquier siembra es necesario remover la tierra para mejorar la aireación del suelo, para luego proceder al mullido y riego profundo (bastante agua). Es en estas condiciones que

se procede a la siembra. Este proceso se debe repetir después de la cosecha de algún cultivo. Para mantener la fertilidad del suelo es recomendable evitar la práctica del monocultivo, es decir el sembrar en una misma parcela repetidas veces la misma especie. El fundamental problema con el que se tropieza es que cada especie tiene exigencias en determinados nutrientes, por lo que los suelos se desgastan y quedan pobres en estos nutrientes, lo que deriva en la baja considerable de la producción. Para evitar este tipo de desgaste del suelo es necesario rotar los cultivos, es decir en una parcela se deben sembrar diferentes especies de hortalizas en forma consecutiva.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que el microclima que se produce dentro de los walipinis y panqar huyus es propicio para la descomposición de los abonos, lo que hace que sean fácilmente asimilados por los cultivos. Por ende el desgaste del suelo es muy precoz, razón por la que se recomienda incorporar abono después de un ciclo completo de rotación.

Un día antes de la siembra es recomendable regar abundantemente, para tener al día siguiente un suelo húmedo que facilite las labores de siembra.

2.2 SIEMBRA

Al momento de elegir la semilla, es necesario tomar en cuenta que al comprar una semilla certificada tenemos la garantía de que esta libre de enfermedades, malezas y además sabemos que son semillas que aún conservan su vitalidad por lo que la producción será mayor cualitativa y cuantitativamente. Por estas razones, recomendamos que aunque se incremente el costo de la semilla, se prefiera una semilla certificada ya que el costo beneficio de este material es mayor.

Iturri (1998), menciona que las hortalizas cultivadas en huertos se propagan por semilla.

Otras como ojo, alcachofa o camote pueden reproducirse asexualmente por medio de esquejes o porciones vivas de la planta. Algunas hortalizas se siembran directamente en el terreno de cultivo como por ejemplo, zanahoria, nabos, rabanitos, remolacha, etc. Otras se siembran primero en almácigos para luego transplantarlos al terreno de cultivo como es el caso de la lechuga, acelga, perejil, pepinos, apio, tomate, repollo y otras.

La profundidad de siembra de las semillas de las hortalizas debe ser el doble del volumen de la semilla, es decir una semilla de 2mm. de volumen deberá estar a una profundidad de 4mm.

2.2.1 Siembra directa

La siembra directa se la realiza en surcos a chorro continuo, al voleo en toda la superficie de la parcela o por golpe estacionario depositando 2-3 semillas por hoyo.

La siembra al voleo y a chorro continuo son característicos de semillas pequeñas como el perejil, apio, zanahoria, lechuga, rábanos, etc., mientras que las semillas de mayor tamaño se siembran en hoyos.

Después de realizada la siembra es necesario regar logrando una nube fina de agua para evitar erosionar la superficie del suelo. En caso de no contar con aspersores que proporcionen este tipo de riego se recubre la superficie sembrada con paja y con la ayuda de una regadera se procede a humedecer la parcela sembrada. En el periodo de germinación es recomendable que el suelo este constantemente irrigado para conseguir acelerar el proceso y porcentaje de germinación.

2.2.2 Almacigo

La almaciguera puede ser implementada en cajas de madera, para facilitar el manipuleo del material vegetal de trasplante o en pequeñas áreas destinadas para este fin dentro del walipini.

Referente a los almácigos, Hartman (1990), menciona que es aconsejable almacigar hortalizas en los siguientes casos: 1) plantas delicadas, susceptibles a fluctuaciones térmicas y radiación térmica y radiación solar directa. 2) Semillas pequeñas que no deben ser cubiertas con mucha tierra, ya que esto retarda su germinación. 3) necesidad de seleccionar las mejores plántulas a transplantarse.

Además de estos factores, es posible hacer un mejor uso de semillas disminuyendo su desperdicio y optimizando el uso del reducido espacio de cultivo de los ambientes atemperados.

2.3 LABORES CULTURALES

Las labores culturales comprenden una serie de procedimientos referidos al cuidado y mantenimiento de los cultivos. Su realización en forma adecuada y oportuna puede determinar el éxito o fracaso de la producción.

2.3.1 Transplante, replante y raleo

El transplante es el traslado de las plántulas germinadas que hayan desarrollado sus primeros pares de hojas verdaderas.

El proceso de transplante es muy delicado ya que de él depende el crecimiento de las plantas

hasta la cosecha. Se debe regar el almácigo 24 hrs. antes del transplante para facilitar la extracción de las plántulas. Estas pueden ser extraídas utilizando una cuchara sopera o una palita jardinera; se debe tener cuidado para no lastimar las raíces. Luego se debe hacer un hueco en el lugar definitivo de crecimiento utilizando el transplantador con un palo o el dedo para depositar la plántula con la precaución de no doblar las raicillas. Se debe realizar el transplante en días nublados o al atardecer para prevenir el desecamiento de las plántulas, (Hartman, 1990).

Cuando se siembra directamente los cultivos en el terreno definitivo, tanto por voleo y en especial por golpe, es normal observar más de una planta en un mismo sitio, es decir que ha nacido juntas. En estos casos se debe eliminar las plantas más débiles o pequeñas dejando las mejores, para que no exista una competencia mutua. A este procedimiento se le denomina raleo y requiere del empleo único de las cuidadosas manos y la atención del labrador para no dañar la plántula que hemos decidido conservar.

En otros casos se presentan áreas vacías o en las que no ha nacido ninguna planta. Para aprovechar en forma más eficiente el escaso espacio que disponemos, podemos replantar (o plantar nuevamente), estos lugares con la misma especie u otra que se encuentre disponible en almácigo, (Iturry, 1998).

2.3.2 Deshierbe o escarda

Dentro de una parcela la erupción de plantas ajenas a la especie cultivada es considerada hierba competidora de nutrientes, por lo que se hace imperiosa su eliminación. Para este fin se las arranca de raíz teniendo cuidado de no dañar las plantas de nuestro interés. Esta labor se la realiza durante todo el periodo vegetativo.

2.3.3

Aporque

El aporque consiste en mullir y acondicionar los surcos donde se desarrollan las hortalizas, de manera que mantengan suficiente tierra alrededor de sus raíces. Esta práctica es importante en especial para cultivos como acelga, tomate, zanahoria y otros. Esta labor también contribuye al mejoramiento de los surcos, para facilitar la distribución del agua de riego, (Iturry, 1998).

2.3.4 Poda y tutoraje

Iturry (1998), acerca de la poda y del tutoraje explica que: la poda es una labor de mantenimiento de los cultivos hortícolas. Consiste en eliminar mediante cortes, determinadas porciones de materia verde evitando que las plantas desvíen esfuerzos y sustancias nutritivas hacia estas partes. De esta manera mejoramos la producción de frutos y su correspondiente madurez.

Esta práctica no es común en todos los cultivos, por el contrario, solo se realiza en algunas especies como tomates, calabacín o pepino, que forman demasiadas hojas y flores. Una cantidad grande de flores, por ejemplo, puede reducir el tamaño de los frutos, bajando considerablemente la calidad de la producción.

El tutoraje consiste en colocar un sistema de apoyo o sostén para los cultivos que tienen hábitos trepadores o donde los frutos pueden llegar a quebrar los tallos debido a su excesivo peso. Esta es una práctica común en cultivos como el tomate y otras leguminosas como los porotos y arvejas, entre otros.

Los sistemas de tutoraje pueden ser de distintas formas y de materiales, desde varas de bambú hasta alambres y fibras plásticas. En los walipinis se ha sujetado de las vigas (callapos) del techo las cuerdas de tutoraje de los tomates con gran éxito.

2.3.5 Cómo, cuando y cuánto regar

Para irrigar el suelo es importante la determinación del momento óptimo para su aplicación, la cantidad necesaria y la forma de aumentar la efectividad de este recurso natural.

De toda el agua que las plantas absorben del suelo, menos del 5 % se queda en los tejidos de la planta, el resto se pierde a través de la evapo-transpiración.

Se ha observado que luego de un riego pesado, la frecuencia de riego durante las primeras semanas de desarrollo de cultivo puede ser de 2 a 3 veces por semana. La frecuencia de riego debe aumentar, ya que los cultivos pierden más agua por transpiración. Cuando las hortalizas están próximas a la madurez requieren más agua aún, durante estas semanas es mejor realizar riegos todos los días con láminas pequeñas.

La cantidad requerida por los cultivos está directamente relacionada con la frecuencia de riego y su etapa de desarrollo. Las cantidades de agua pueden variar desde 1mm/día , durante las primeras semanas de crecimiento, hasta 6-8mm/día durante la etapa de floración o madurez de las hortalizas.

El método de riego que más se utiliza en los ambientes atemperados es a través de los surcos por infiltración. En terrenos arenosos es recomendable el riego por aspersión. El problema de este método es que se incrementa la incidencia de enfermedades fungosas y sus costos de operación son altos como el del sistema de goteo.

El siguiente cuadro podría servir de guía para determinar la humedad del suelo y necesidad de riego.

GUÍA PARA DETERMINAR LA HUMEDAD DEL SUELO

Cuadro 1

Humedad de la tierra	TIPO DE SUELO			
	Arenoso	Franco arenoso	Franco arcilloso	Arcilloso
Humedad disponible para las plantas	ASPECTO Y TEXTURA DEL SUELO			
Casi el 0% poca o ninguna humedad	Seco, suelto, Granos separados. Se desliza.	Seco, suelto, se desliza entre los dedos.	Pedazos secos que desmoronan.	Duro, rajado. Pedazos no se rompen fácilmente.
Hasta 50% Precisa riego inmediato	Se ve seco. No forma bola al apretar.	Se ve seco. No forma bola al apretar.	Fragmentado puede juntarse bajo presión.	Algo maleable, forma bola bajo presión.
50-75% Suficiente humedad	Se ve seco. No forma bola al apretar.	Forma bola al apretar pero no consistente.	Forma bola cono de goma. Se pega un poco	Forma bola sale por entre los dedos.
75% Bastante humedad	Se pega. Forma bola al apretar.	Forma bola débil. Se rompe fácilmente.	Forma una bola muy maleable.	Resbaloso, suave y brillante.
El suelo no absorbe más agua.	No sale agua al apretar pero queda humedad en la mano.	No sale agua al apretar pero queda humedad en la mano.	No sale agua al apretar pero queda humedad en la mano.	No sale agua al apretar pero queda humedad en la mano.
Suelo empapado	Aparece agua al tomar la tierra.	Suelta agua al apretar.	Puede soltar agua.	Se forman charcos en el suelo.

FUENTE: Guide to Vegetables and Fruits, citado por Hartmann (1990).

2.3.6 Rotación de cultivos

Para evitar el desgaste indiscriminado de los nutrientes del suelo es recomendable practicar la rotación de cultivos. Para realizar este tipo de intercalado de los cultivos, se toman diferentes parámetros, entre ellos: 1) la profundidad de sus raíces, 2) la finalidad del producto, fruto u hoja. 3) y si se producen leguminosas es necesario rotar fruto – leguminosa – hoja.

A cerca de las rotaciones Hartmann (1990) recomienda un ciclo de rotación bajo el criterio del consumo de nutrientes. Para esto detallamos un cuadro que caracteriza la extracción de los nutrientes del suelo

CARACTERÍSTICAS DE LAS HORTALIZAS SEGÚN LA EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES DEL SUELO

Cuadro 2

CONSUMIDORES FUERTES	CONSUMIDORES MEJORES	CONSUMIDORES LIGEROS	FORTALECEDORES
Brócoli	Rábano	Zanahoria	Habas
Repollo	Acelga	Ajo	Arvejas
Coliflor	Zapallo	Cebolla	Alfa-alfa
Lechuga	Maíz	Papa	Vainitas
Perejil	Tomate		

FUENTE: Guide to Vegetables and Fruits RODALE PRESS, citado por Hartman. (1990).

Rotación recomendable

a) Fuertes consumidores – consumidores ligeros - fortalecedores

b) Fuertes consumidores – fortalecedores – consumidores ligeros

Rotación no recomendada

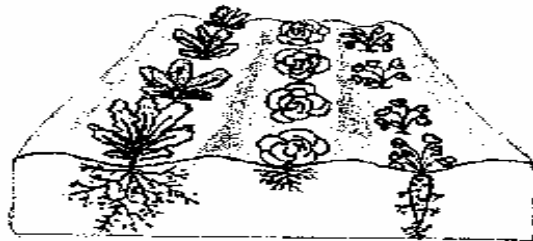
c) Consumidores ligeros – fuertes consumidores (a no ser que se incorpore abono adicional al terreno entre estos dos grupos)

Dentro de la planificación de la rotación de los cultivos se puede hablar de lo que se ha denominado **cultivos asociados**.

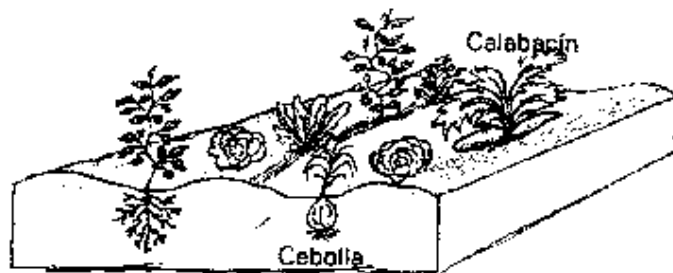
2.3.7 Cultivos asociados

Esta práctica es muy común para obtener un máximo rendimiento por superficie cultivada, ya que se aprovechan las características de crecimiento de las plantas y sus necesidades. La siembra se hace lo más cerca posible entre productos que tienen diferentes características de crecimiento como puede ser: plantas altas con bajas, plantas de raíces profundas con aquellas de raíces superficiales, por la extracción y asimilación de nutrientes, etc.

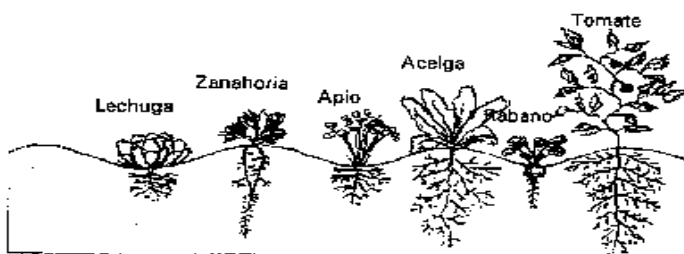
Iturry (1998) menciona que las distintas especies pueden combinarse de diversas formas como se puede observar en la siguiente figura. Por ejemplo se puede asociar cultivos de crecimiento rápido (rábanos o lechugas), con cultivos de crecimiento retardado (repollos, zanahorias o tomates). También se puede ocupar los espacios entre plantas (rábanos entre acelga o repollo).



A) Cultivos asociados en hileras.



B) Cultivos en asociación mixta.



C) Asociación de cultivos de acuerdo a la profundidad de sus raíces.

Figura 18

2.3 COSECHA

Los productos cosechados varían en calidad y peso según la época de cosecha y el manejo agrícola que se les haya dado. El siguiente cuadro muestra el tiempo de crecimiento de hortalizas en ambientes atemperados.

TIEMPO DE CRECIMIENTO DE HORTALIZAS

Cuadro 3

Producto hortícola	Tiempo aproximado		
	Germinación Días	Transplante Días	Cosecha Meses

Cebolla	15-20	2-4	5-6
Habas	20-30	--	5-6
Zanahoria	15-20	--	4-6
Arvejas	15-30	--	4-5
Tomate	5-10	1	4-7
Lechuga	5-10	1	2-3
Acelga	10-5	--	3-4
Perejil	5-10	--	3-4
Rábano	5-10	--	1-2
Nabo	5-10	--	3-4
Pepino	5-10	1	3-6
Vainitas	20-30	--	4-5
Betarraga	10-15	--	4-5
Coliflor	10-15	1	5-6
Repollo	10-15	1	5-6
Brócoli	10-15	1	5-6
Ajo	15-20	--	8-9

FUENTE : Hartmann (1990)

3 SUBSISTEMA DE CONTROL DE PESTES

El clima del altiplano no es el medio propicio para la reproducción, desarrollo y propagación de pestes. Es en este sentido, que durante la producción en estos sistemas atemperados la incidencia de enfermedades no es alta, hay que tomar en cuenta que las plantas cuentan con nutrientes suficientes como para desarrollarse fuertes y sanas en estos ambientes semicontrolados.

No obstante, se deben tomar precauciones con la limpieza periódica de los ambientes atemperados y de herramientas de trabajo para evitar las infecciones. Por otro lado el **control de la humedad, la ventilación, desmalezado y la rotación** de los cultivos, son labores que coadyuvan en el control de pestes.

3.1 ENFERMEDADES

Las enfermedades son producidas por microorganismos que no se pueden observar a simple vista, como bacterias, virus, hongos y otros. Estos organismos se difunden y llegan a los cultivos por varios caminos como se observa en la figura 19.

Las esporas de los hongos y algunas bacterias pueden quedarse latentes en el suelo para luego afectar a las plantas durante alguna fase de su desarrollo. Otros pueden ser transportados por agentes vectores (o transportadores) como los insectos, que al alimentarse de porciones de las plantas pueden transmitir virus o bacterias en su flujo salivar. Los hongos también pueden ser difundidos por los insectos que transportan sus esporas en sus patas o antenas para luego dejarlas en las plantas (como en el caso de las abejas durante la polinización). Estos organismos también pueden desarrollarse en otras plantas (hospederas), como las malezas para luego difundirse. Por esto, es conveniente eliminar las malezas dentro del ambiente atemperado para evitar que se conviertan en hospederas de enfermedades o plagas, (Iturry, 1998).

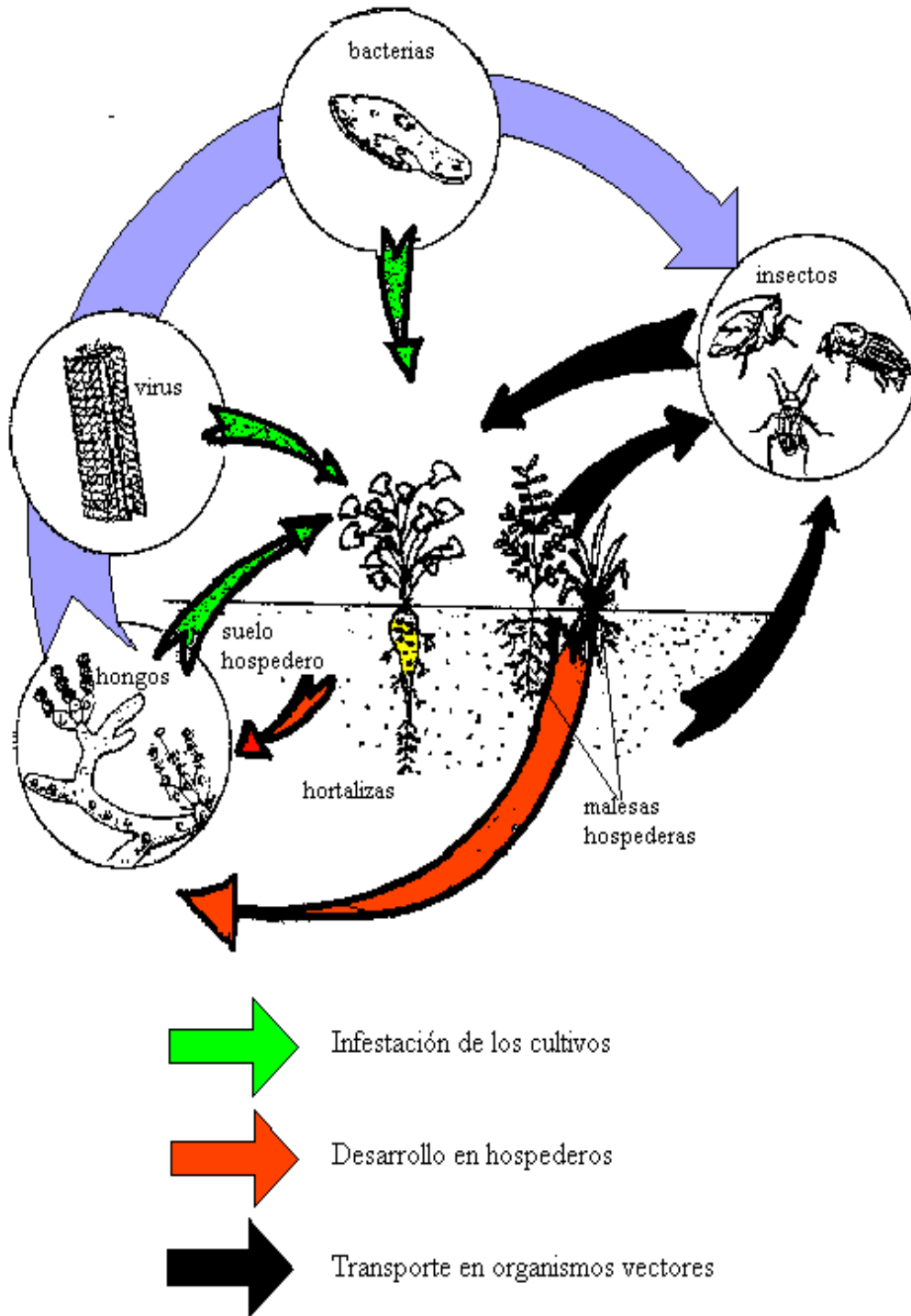


Figura 19

3.3 PLAGAS

Al detectar tempranamente el ataque de alguna plaga, estamos consiguiendo controlarla antes de que pueda causar daños de consideración a los cultivos. En los ambientes atemperados se crean las condiciones óptimas para su reproducción. Por esta razón es recomendable hacerse al hábito de revisar las plantas en el momento del riego de las parcelas.

La plaga común en los ambientes microclimáticos es la de los pulgones o áfidos, moscas blancas y algunos ácaros. Al respecto, Iturry (1998) indica que si se emplea un sistema de cultivos asociados mezclando especies repelentes como el ajo y la cebolla entre otras hortalizas, se logra proteger a especies más susceptibles tales como lechugas, acelgas y tomates.

La agricultura biológica ha desarrollado diversos métodos para el control de las plagas, desde el uso de otros insectos para reducir la población de insectos dañinos (control biológico), trampas con feromonas (atrayentes sexuales para los insectos), insecticidas botánicos (infusión de hojas de tabaco, flores de piretro (*Chrysanthemum cinerariifolium*), hojas de ortiga (*urtica ureas*), etc., prácticas culturales y manejo de épocas entre otros, (Iturry, 1998).

DISCUSIÓN

1 El Walipini se constituye en una alternativa real para la producción hortícola aun en el invierno, ya que permite acortar los ciclos vegetativos de los cultivos, y garantiza más de una cosecha al año. El costo de construcción lo hace inaccesible a muchas familias campesinas (505 USD sólo en la adquisición de insumos), sin mencionar la carga de trabajo que significa para una familia campesina el excavado y preparado del sustrato de un ambiente de estas

dimensiones, lo cual obliga a las familias a desistir la construcción y explotación de los walipinis. Sin embargo, el walipini es la mejor alternativa de producción a gran escala si se tienen mercados asegurados con precios competitivos.

2. El mercado del consumidor potencial de los productos de los walipinis no es accesible a los productores campesinos, por lo que el excedente de la producción hortícola de los walipinis es realizado en mercados locales que no generan suficiente beneficio económico como para cubrir las necesidades básicas de las familias más deprimidas del campo. Como resultado, eventualmente el padre de familia ofrece su fuerza laboral en las ciudades por periodos de tiempo indefinidos. Es en este periodo en el que el manejo adecuado de los walipinis no es su prioridad, y el resto de los miembros de la familia (mujeres y niños), se quedan a cargo de las labores culturales del walipini, lo que deriva en el descuido y la improductividad de estos sistemas microclimáticos. Para que el walipini sea rentable para la familia campesina, es necesario que los productores se encuentren inmersos en el mercado comercial, que le aseguren la rentabilidad de estos ambientes y su sostenimiento.

En cambio, el panqar huyu tanto en su construcción como en su manejo es mucho más sencillo. El Benson Institute Review (2000), indica que este módulo está diseñado para ser construido en forma rápida, sencilla y sin necesidad de elevados conocimientos en construcción; cualquier persona, incluso los niños pueden participar en este proceso. A su vez es muy versátil en cuanto a los materiales necesarios para su construcción, pudiendo emplearse los que están disponibles en la comunidad.

3. El walipini como el panqar huyu, se caracterizan por ofrecer buenas condiciones térmicas ya que están construidas de forma semi subterránea.

Las paredes de tierra o taludes y el substrato de estos sistemas de producción durante el día acumulan el calor, y durante la noche desprenden este calor almacenado hacia el interior del invernadero. Esto logra que las temperaturas internas de los ambientes no desciendan hasta límites que provoquen estrés en los cultivos, o en el peor de los casos, quemaduras a causa de las frecuentes heladas.

La amplitud térmica es menor que en el común de los ambientes atemperados tradicionales del altiplano. En los walipinis el promedio de temperaturas máximas y mínimas en la época de invierno es de 39.45° C y 6.45° C respectivamente, mientras que en el exterior las fluctuaciones son de 21.03° C y -5.39° C respectivamente (Ver anexos).

2. El panqar huyu frente al walipini tiene algunas limitaciones que no desmerecen sus ventajas; por ejemplo, no se pueden cultivar plantas de porte alto. De igual forma los cultivos muy sensibles a las temperaturas bajas como el tomate, calabacín, etc. en la época de invierno retardan su crecimiento, bajando considerablemente su producción, y en las heladas más fuertes se corre el riesgo de perder todo el cultivo. La relación de las temperaturas máximas llegan hasta 38.62C° mientras que el promedio de las temperaturas mínimas están en el orden de los 3.71 N°, habiendo bajado la temperatura hasta 0.20 N° en el mes de mayor frío, julio, por lo que se recomienda evitar en la época de invierno la producción de cultivos sensibles a las bajas temperaturas. (Ver anexos)

3. La capacidad de estos ambientes de optimizar el recurso hídrico permite que el riego sea más efectivo, economizando las cantidades de agua. La humedad relativa promedio en el walipini y en el panqar huyu en la época de invierno es de 54.22% y 54.45% respectivamente.

4. Otra ventaja comparativa importante del panqar huyu es su bajo costo de construcción, pues para cubrir la compra de insumos y para bajar más aun este costo, se puede utilizar materiales locales, reduciendo el gasto, a la compra del agrofilm, clavos gomas y vigas haciendo un total de 9.5 USD. (ver anexos). El trabajo que implica la construcción del panqar huyu lo realiza la familia por lo que este item no se debe contabilizar cuando se habla de producción familiar.

5. En cuanto al rendimiento de los cultivos que no son sensibles a las temperaturas bajas, en ambos sistemas microclimáticos es semejante. Las diferencias no son sustanciales.

ANEXOS

CUADRO COMPARATIVO DE RENDIMIENTOS PRODUCTOS HORTÍCOLAS EN DIFERENTES AMBIENTES ATEMPERADOS.

Producto hortícola	Rendimiento en ambiente atemperado Kg./m ²	Rendimiento en walipini k.o./m ²	Rendimiento en panqar huyu k.o./m ²
Zanahoria	2.5-4.0	4.32	--
Tomate	3.0-5.0	2.48*	--
Lechuga	2.0-3.0	3.72	3.17
Acelga	4.0-5.0		
Perejil	1.0-1.5	5.2	2.93
Rábano	2.5-4.0	3.6	----
Pepino	0.5-1.0	--	

*Cabe mencionar que es el resultado de la primera cosecha.

**RELACIÓN DE TEMPERATURAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS
DENTRO Y FUERA DEL WALIPINI**

Meses de evaluación	WALIPINI			EXTERIOR		
	T°C Max.	T°C Min.	T°C Media	T°C Max	T°C Min.	T°C Media
Abril	38.73	10.42	24.57	17.59	-1.91	7.84
Mayo	41.31	6.81	24.06	17.57	-6.22	5.67
Junio	38.64	3.98	21.31	17.73	-9.30	4.21
Julio	38.42	4.57	21.49	18.15	-6.93	5.61
Agosto	40.15	6.67	23.41	18.35	-5.15	6.60
Septiembre	39.44	6.77	23.10	36.79	-2.80	16.99
PROMEDIO TOTAL	39.45	6.54	22.95	21.03	-5.39	7.82

**RELACIÓN DE TEMPERATURAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS
DENTRO Y FUERA DEL PANQAR HUYU**

Meses de evaluación	PAQAR HUYU			EXTERIOR		
	T°C Max.	T°C Min.	T°C Media.	T°C Max	T°C Min.	T°C Media
Junio	34.15	1.77	17.95	17.50	-5.90	5.90
Julio	36.28	0.20	18.20	17.60	-7.30	5.20
Agosto	38.20	2.05	20.10	18.10	-4.30	7.40
Septiembre	41.20	2.52	21.97	17.70	-3.30	7.50
Octubre	41.42	5.35	24.00	17.60	1.10	9.40
Noviembre	40.30	6.22	23.27	17.60	2.10	9.90
Diciembre	38.82	7.85	23.35	18.00	3.50	10.9
PROMEDIO TOTAL	38.62	3.71	21.26	17.73	-2.01	8.03

**RELACIÓN DE HUMEDAD RELATIVA MÍNIMAS
Y MÁXIMAS DENTRO DEL WALIPINI**

Meses de evaluación	WALIPINI		
	HR% Max.	HR% Min.	HR% Media
Abril	86.91	29.51	52.79
Mayo	88.36	25.10	52.24
Junio	89.49	21.96	52.18
Julio	92.43	26.25	54.53
Agosto	90.51	24.29	54.71
Septiembre	90.89	29.95	58.86
PROMEDIO TOTAL	89.76	26.17	54.22

**RELACIÓN DE HUMEDAD RELATIVA HR% MÍNIMAS Y MÁXIMAS DENTRO Y
FUERA DEL PANQAR HUYU**

Meses de evaluación	PAQAR HUYU			EXTERIOR
	HR% Max.	HR% Min.	HR% Media	HR% Media.
Junio	93.77	23.05	58.41	34.00
Julio	90.50	19.95	55.22	31.00
Agosto	89.97	17.55	53.63	40.00
Septiembre	84.42	17.95	51.18	38.00
Octubre	80.60	16.25	48.42	43.00
Noviembre	85.96	19.00	55.45	49.00
Diciembre	88.52	24.95	56.73	50.00
PROMEDIO TOTAL	87.67	19.91	54.45	40.72

COSTO DE INSUMOS POR WALIPINI					
Item	Descripción	Unidad	Cost/unit. Bs	Cantidad	Cost/total Bs
1	Agrofilm (250 micra)	M ₂	4.85	170.00	824.50
2	Bolillos	Pieza	18.00	21.00	378.00
3	Clavos de 5´	Kg.	6.00	2.00	12.00
4	Clavos de 1 ½	Kg.	6.00	2.00	12.00
5	Tablón (para umbral)	Pieza	36.00	2.00	72.00
6	Goma	Mt.	0.30	140.00	42.00
7	Puerta	Pieza	97.00	2.00	194.00
8	Alambre de amarre	Kg.	4.50	2.00	9.00
9	Canaletas	Mt.	9.00	30.00	270.00
10	Abono animal	Mt ³	40.00	4.00	160.00
11	Grava para drenaje	Mt ³	40.00	12.00	480.00
12	Paja	Fardo	6.00	1.00	6.00
TOTAL INSUMOS					2459.50
COSTO DE MANO DE OBRA (DÍAS-HOMBRE)					
1	Mezcla de tierra y abono	jornal	15.00	2.00	30.00
2	Extendido de drenaje	jornal	15.00	2.00	30.00
3	Extendido de tierra	jornal	15.00	1.00	15.00
4	Riego de sustrato	jornal	15.00	1.00	15.00
5	Colocado de puertas	jornal	15.00	1.00	15.00
6	Techado	jornal	15.00	5.00	75.00
	Paredes de tapial	jornal	25.00	20.00	500.00
	Excavación (excavadora)	jornal	935.60	5.00	4678.00
Total mano de obra					5358.00
Total mano de obra e insumos					7817.50
Total en dólares (walipini de 1.80 m de profundidad)					*1605.24

*El tipo de cambio vigente a la fecha de recolección de información es de:

\$ 4.87 Bs. por 1USD

FUENTE: Ayaviri 1996

COSTO DE INSUMOS POR PANQAR HUYU					
Item	Descripción	Unidad	Cost/unit.	Cantidad	Cost/total
			Bs		Bs
1	Agrofilm (250 micr.)	M ₂	4.50	7.00	33.25
2	Listones	Pieza	10.40	3.00	31.20
3	Clavos de 2,5´	Kg.	6.00	0.25	1.50
4	Clavos de 1 1/2	Kg.	6.00	0.50	3.00
	Goma	Mt.	0.10	15.00	1.50
	Abono animal	Mt ³	15.00	1.00	15.00
	Grava para drenaje	Mt ³	45.00	0.50	22.50
	Paja	Fardo	6.00	0.50	3.00
TOTAL INSUMOS					110.95
COSTO DE MANO DE OBRA (DÍAS-HOMBRE)					
1	Mezcla de tierra y abono	jornal	25.00	0.25	30.00
2	Extendido de drenaje	jornal	25.00	0.25	30.00
3	Extendido de tierra	jornal	25.00	0.25	15.00
4	Riego de sustrato	jornal	25.00	0.10	15.00
6	Bastidor con agrofilm	jornal	25.00	0.50	12.50
	Paredes de tapial o bermas	jornal	25.00	1.00	20.00
	Excavación (manual)	jornal	25.00	1.50	37.50
Total mano de obra					160.00
Total mano de obra e insumos					270.95
Total en dólares					*36.60

El tipo de cambio vigente a la fecha de recolección de información es de:

\$ 7.40 Bs. por 1USD

REFERENCIA

- AYAVIRI, R. 1996 Estudio de cuatro profundidades de Walipinis en la producción hortícola en invierno, Contorno Letanías Viacha-La Paz. Tesis de grado. UMSA 168pp.
- BENSON INSTITUTE REVIEW, 2000. Artículo: The Panqar Huyu. Volumen 21 Brigham Young University. Provo, Utah, Estados Unidos.
- BENSON AGRICULTURE AND FOOD INSTITUTE, 2002 Construcción de un wallipini Brigham Young University. Utah, Estados Unidos 26 pp.
- HARTMANN,F. 1990 Invernaderos y ambientes atemperados. FADES. Ed. CECIM. La Paz, Bolivia 127pp
- ITURRY, L. 1998 Guía para la construcción, manejo y producción de hortalizas en Walipinis Benson Agriculture and Food Institute Brigham Young University. Utah, Estados Unidos 78 pp
- ITURRY, L. 2000 Sub aprovechamiento de la infraestructura y pérdida de interés en la producción de hortalizas en un walipini a nivel familiar Benson Agriculture and Food Instigue Brigham Young University. Utah, Estados Unidos 15 pp.
- MICHEL, J.2001 Lecciones de Extensión en hoticultura en panqar Huyus en las comunidades Contorno Centro y Contorno Alto, Provincia Ingavi del Departamento de La Paz, Bolivia. Benson Agriculture and Food Institute, Brigham Young University. Utah, Estados Unidos 19pp
- VELASCO, N. 1999. Manual de construcción y manejo del Panqar Huyu. Brigham Young University. Utah, Estados Unidos 16pp
- VELASCO, N. 2001. Manejo del régimen de riego mediante tenciómetros en el cultivo de acelga bajo el sistema de camas bajas atemperadas (panqar huyus), Tesis de grado 124pp
- VON BOECK, W.2000 Comportamiento agronómico de 2 variedades de acelga bajo dosis de abonamiento con humus de lombriz en walipinis. Tesis de grado. UMSA La Paz 100pp