

MINISTERIO DE AGRICULTURA

ICA

REGIONAL N. 5

SUBGERENCIA DE INVESTIGACION
Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA
CRI - OBONUCO
SECCION PAPA

SUBGERENCIA DE FOMENTO Y SERVICIOS
DESARROLLO CAMPESINO
DRI - IPIALES

CURSO

PRODUCCION Y ALMACENAMIENTO
DE SEMILLA DE PAPA

(COMPENDIO)

6258

Ipiales, Septiembre 12, 13 y 14 de 1984

MINISTERIO DE AGRICULTURA

ICA

REGIONAL N. 5

SUBGERENCIA DE INVESTIGACION
Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA
CRI - OBONUCO
SECCION PAPA

SUBGERENCIA DE FOMENTO Y SERVICIOS
DESARROLLO CAMPESINO
DRI - IPIALES

CURSO

PRODUCCION Y ALMACENAMIENTO
DE SEMILLA DE PAPA

(COMPENDIO)

Ipiales, Septiembre 12, 13 y 14 de 1984

0258
BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

SUBGERENCIA DE INVESTIGACION
Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

CRI- OBONUCO
SECCION PAPA

SUBGERENCIA DE FOMENTO Y SERVICIOS

DRI- IPIALES

C U R S O

PRODUCCION Y ALMACENAMIENTO

' DE SEMILLA DE PAPA

Ipiales, Septiembre 12, 13 14 de 1984

C O N T E N I D O

	PAGINA
1. FISILOGIA DE LA SEMILLA.	1
1.1. INTRODUCCION.	1
1.2. EL TUBERCULO COMO SEMILLA.	3
1.3. PERIODO DE REPOSO O LATENCIA DE LA SEMILLA.	4
1.4. BROTAION.	6
1.5. DENSIDAD DE SIEMBRA Y DENSIDAD DE POBLACION.	8
1.6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	17
2. SISTEMAS DE PRODUCCION DE SEMILLA.	18
2.1. METODO DE OBTENCION Y PRODUCCION DE SEMILLA.	19
2.2. CATEGORIAS DE SEMILLA DE PAPA.	24
2.3. PRINCIPIOS BASICOS PARA LA PRODUCCION DE SEMILLA.	27
2.4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	29
3. ENFERMEDADES DE LA PAPA, Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCION DE SEMILLA.	31
3.1. INTRODUCCION.	31
3.2. ENFERMEDADES BACTERIANAS.	32
3.3. ENFERMEDADES FUNGOSAS.	34
3.4. NEMATODOS DE LA PAPA.	41
3.5. ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS.	43
3.6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	47
4. INSECTOS VECTORES DE VIRUS EN PAPA.	48
4.1. TERMINOLOGIA USADA CON VECTORES.	49
4.2. CONSIDERACIONES MORFOLOGICAS DEL INSECTO VECTOR.	50
4.3. TRANSMISION POR AFIDOS.	53
4.4. TRANSMISION POR SALTAMONJAS.	60

C O N T E N I D O

	PAGINA
4.5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	62
5. CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS EN PAPA.	63
5.1. INTRODUCCION.	63
5.2. IDENTIFICACION.	63
5.3. IMPORTANCIA ECONOMICA.	64
5.4. EVALUACION DEL DAÑO.	66
5.5. CONTROL.	68
5.6. COMPONENTES DEL CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS EN PAPA.	69
5.7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	74
6. INTRODUCCION AL ALMACENAMIENTO DE PAPA.	76
6.1. INTRODUCCION.	76
6.2. ASPECTOS AGRONOMICOS DEL CULTIVO DE LA PAPA.	77
6.3. ALMACENAMIENTO DE LA PAPA.	78
6.4. METODO Y CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO.	81
6.5. EL LOCAL DEL ALMACENAMIENTO.	85
6.6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	88
7. SISTEMAS GENERALES DE ALMACENAMIENTO EN PAPA.	90
7.1. INTRODUCCION.	90
7.2. CONDICIONES DE LOS TUBERCULOS QUE SE VAN A ALMACENAR.	91
7.3. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SILO.	92
7.4. ESCOGENCIA DEL DISEÑO Y METODOS DEL ALMACENAMIENTO.	107
7.5. DETALLES DE CONSTRUCCION Y MANEJO DE LOS SILOS CON LUZ DIFUSA NATURAL.	112
7.6. ALMACENAMIENTO DE SEMILLA CON LUZ ARTIFICIAL.	114
7.7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	115

C O N T E N I D O

	PAGINA
8. CONSTRUCCION DEL SILO RUSTICO.	116
8.1. LOCALIZACION DEL SITIO.	116
8.2. UBICACION DE LOS EJES PARA LOS HUECOS.	117
8.3. EXCAVACION DE LOS CIMIENTOS.	119
8.4. COLOCACION DE LAS COLUMNAS.	120
8.5. COLOCACION DE LOS TRAVESAÑOS.	121
8.6. COLOCACION DE LA ESTERILLA DE GUADUA.	123
8.7. CERCHA.	123
8.8. COLOCACION DE LAS CERCAS EN LA ESTRUCTURA.	124
8.9. TECHO.	124
9. PERDIDAS DE POST-COSECHA.	
ENFERMEDADES Y FACTORES FISIOLOGICOS.	126
9.1. INTRODUCCION.	126
9.2. PERDIDAS POR BROTAION.	130
9.3. PERDIDAS POR RESPIRACION.	132
9.4. PERDIDAS POR EVAPORACION.	133
9.5. PERDIDAS POR MICROORGANISMOS.	134
9.6. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO.	138
9.7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	142

P R E S E N T A C I O N

El cultivo de la papa está ligado a la tradición agrícola que caracteriza a la zona andina.

La tecnología generada para el cultivo desde el punto de vista agronómico, ha permitido ubicarlo a la vanguardia entre los productores de clima frío. La tecnología adoptada en mayor o menor grado por los productores hace referencia a la utilización de variedades mejoradas, prácticas agronómicas y control de plagas y enfermedades permitiendo que pequeños, medianos y grandes agricultores logren producciones superiores a las 18 toneladas por hectárea.

La tecnología generada para la producción, selección y almacenamiento de semilla de papa juega un papel de vital importancia en el proceso productivo del cultivo, ya que un cultivo de papa no se inicia con la siembra; comienza con la selección y conservación de la semilla.

Entre las actividades de Transferencia de Tecnología del Instituto Colombiano Agropecuario se encuentra la de poner a disposición del personal profesional y subprofesional, así como de los productores todas aquellas técnicas conducentes a mejorar el proceso productivo de un cultivo. Con este propósito se presenta este compendio de diferentes aspectos tecnológicos con miras a mejorar el proceso de producción y almacenamiento de semilla de papa.

1. FISILOGIA DE LA SEMILLA

Luis Felipe Aylarado E. *

1.1. INTRODUCCION

Después del suelo, la semilla es el insumo más importante. Un cultivo de papa no se inicia con la siembra. Se inicia con la selección y conservación de la semilla. El tubérculo es un órgano de almacenamiento de materiales de reserva y por su contenido de agua y nutrientes, es el órgano más apropiado para la propagación vegetativa de la planta.

Composición química de un tubérculo de papa (SCHWIMMER AND BURR 1959).

	% Promedio	% de Variación
Agua	77,5	63,2 - 86,9
Sólidos totales	22,5	13,1 - 36,8
Proteínas	2,0	0,7 - 4,6
Grasas	0,1	0,02- 0,96
Carbohidratos totales	19,4	13,3 - 30,53
Cenizas	1,0	0,44 - 1,9

* Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Programa Papa-Centro Regional de Investigación ICA Obonuco - Apartado Aéreo 339-Pasto.

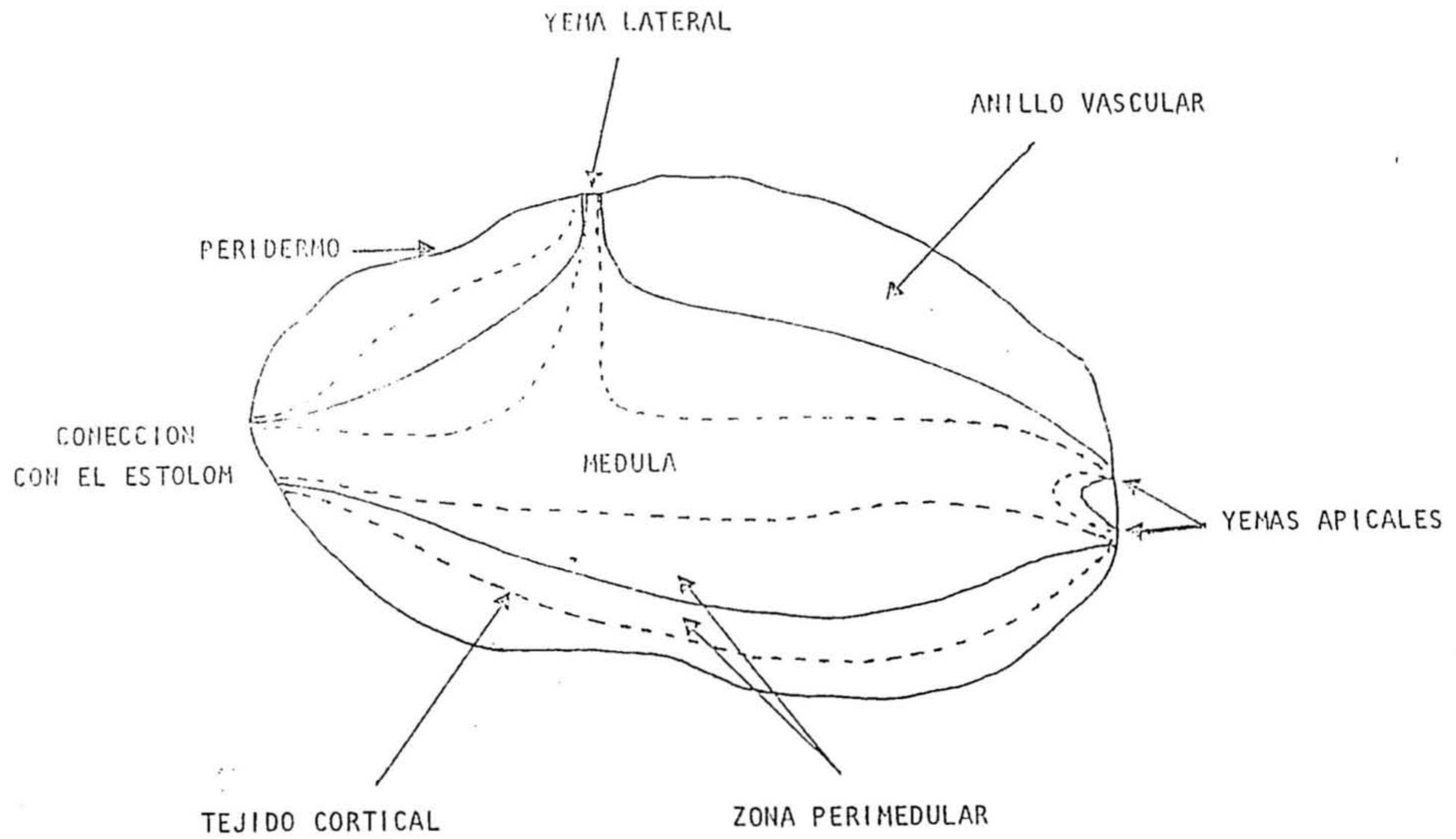


FIGURA 1. PARTES INTERNAS DEL TUBERCULO

1.2. EL TUBERCULO COMO SEMILLA

A nivel comercial, la papa se propaga vegetativamente por medio del tubérculo al cual se le da el nombre genérico de "semilla". La reproducción de la papa por medio del tubérculo semilla permite mantener casi inalterable su constitución genética. Sin embargo, a nivel experimental, la propagación se hace también por medio de la semilla sexual o por partes vegetativas como esquejes, brotes y maristemos.

El tubérculo se clasifica como un tallo subterráneo y como tal, siempre está en actividad aún en estado de reposo después de cosechado.

El tubérculo semilla es el órgano responsable de dar origen a una nueva planta y de su calidad depende en gran parte el rendimiento final. El concepto de calidad de semilla, incluye tanto el grado de sanidad como su estado fisiológico. Por consiguiente, es necesario tomar todas las medidas de protección que sea posible durante la cosecha, clasificación y almacenamiento a fin de mantener al máximo el potencial de rendimiento de la semilla.

Seleccionando como fuente un cultivo que reúna las mejores condiciones de sanidad, la preparación de la semilla

se debe iniciar con la cosecha de tubérculos completamente maduros, libres de daños causados por insectos, patógenos o agentes ambientales.

Alto contenido de humedad en el suelo al momento de cosechar puede estimular el desarrollo de hongos y bacterias que al adherirse a los tubérculos pueden causar pérdidas durante el almacenamiento.

La clasificación de la papa para semilla debe ser más cuidadosa que para consumo. El descarte de tubérculos con heridas, magulladuras, daño de insectos y patógenos evitarán pérdidas mayores en el producto a sembrar. Es aconsejable clasificar la semilla después del período de cicatrización.

Es inevitable que durante el almacenamiento ocurran pérdidas de tipo cualitativo y cuantitativo, como consecuencia de los cambios que sufre el tubérculo en su composición. Estas pérdidas son ocasionadas en los procesos de respiración, transpiración y brotación además de la acción de microorganismos.

1.3. PERIODO DE REPOSO O LATENCIA DE LA SEMILLA

En términos generales, todas las variedades de papa de

las subespecies Solanum tuberosum sp tuberosum y sp andigena, pasan por un período de relativa inactividad, antes de emitir brotes. Este estado se denomina "período de Reposo" o "latencia".

El período de reposo es una característica hereditaria que depende de la variedad. Variedades de la subespecie s. tuberosum sbp phureja no tienen período de reposo. Sinembargo, la latencia de la papa puede afectarse por varios factores como: madurez fisiológica al tiempo de cosechar, clima, temperatura de almacenamiento y cortes o heridas causadas al tubérculo, así como también por compuestos químicos.

Los tubérculos cosechados en completa madurez fisiológica tienen un período de reposo más corto que tubérculos cosechados inmaduros. Bajo condiciones de las regiones andinas tropicales, los tubérculos cosechados en clima de páramo brotan más rápido que los cosechados en climas fríos moderados. Igualmente se ha comprobado que cuando el cultivo se desarrolla en condiciones de alta temperatura las semillas pueden brotar antes de la madurez completa del follaje.

Semillas almacenadas a temperaturas altas brotan generalmente más rápido que cuando se almacenan a bajas tempe-

raturas. Sin embargo, una temperatura de 5°C es ideal para guardar semilla por largo tiempo sin que se deteriore.

Se ha comprobado un acortamiento en el período de repo so cuando los tubérculos se cortan, o sufren heridas, magu llamientos, daños de insectos y hongos.

1.4. BROTACION

Los brotes se originan a partir de las yemas localiza das en los ojos del tubérculo. Varios factores afectan el crecimiento y desarrollo de los brotes, entre ellos los si guientes:

1.4.1. Dominancia Apical

La latencia es seguida por un período de dominancia apical. Es una característica varietal que estimula el crecimiento del brote apical e inhibe el crecimiento de los brotes laterales, en unas variedades con mayor inten sidad que en otras.

Cuando se siembra una semilla en estado de dominancia apical el número de tallos principales por planta es bajo. El desbrote del tubérculo semilla en las variedades que se están dominancia apical estimula el desarrollo de ma-

por número de tallos por planta.

1.4.2. Temperatura

La temperatura de almacenamiento ejerce una gran influencia sobre el potencial de producción del tubérculo se milla. Las temperaturas altas de almacenamiento favorecen el crecimiento de los brotes, mientras que la temperatura baja lo retardan. Temperaturas entre 10° y 20° C parecen ser óptimas para el crecimiento de los brotes, pero para almacenamiento esa temperatura debe ser menor.

1.4.3. Humedad Relativa

Una alta humedad relativa estimula la formación de rá ces en los brotes. En condiciones de alta temperatura una alta humedad relativa estimula el crecimiento de los brotes.

1.4.4. Luz

Es uno de los factores que más afecto tienen en la ve locidad de crecimiento y vigor de los brotes. La clorofila y solanina que se producen en los tubérculos sometidos a la acción de la luz solar, impide la penetración de algu nos microorganismos patógenos.

Una semilla que se almacena en una bodega donde penetre la luz solar dá como resultado brotes vigorosos y resistentes a la penetración de hongos patógenos como Rhizoctonia y Fusarium.

Por el contrario, una semilla almacenada en una bodega oscura produce brotes más largos y en menor tiempo pero más débiles y susceptibles al daño mecánico y pudriciones. Algunos investigadores atribuyen un mayor rendimiento a la semilla que ha sido sometida a verdeamiento.

1.4.5. Oxígeno y Gas Carbónico

El tubérculo en almacenamiento, como un tallo que es, necesita de cierta disponibilidad de oxígeno para poder respirar. En la misma forma cuando el CO_2 producido en el proceso de respiración se acumula en una bodega sin circulación de aire llega a ser perjudicial para la semilla porque en ese ambiente proliferan hongos y bacterias.

1.5. DENSIDAD DE SIEMBRA Y DENSIDAD DE POBLACION

1.5.1. Densidad de Siembra

A veces se confunden los dos términos. La densidad de siembra se refiere al número de plantas o tubérculos a sem

brar por unidad de superficie y depende de las distancias de siembra. En cambio, la densidad de población se refiere al número de tallos principales que se desarrollan en cada planta por unidad de superficie. Con una sola densidad de siembra se puede alcanzar diferentes densidades de población.

1.5.1.1 Distancia de Siembra. Teniendo en cuenta la topografía y las condiciones de clima, las distancias más aconsejables para las variedades mejoradas tipo tuberosum x andígena son de 1.00 m. a 1.20 m. entre surcos por 25 a 30 cm. entre plantas. Estas distancias se pueden aumentar o disminuir de acuerdo al tamaño de la semilla, a la variedad, a la pendiente del terreno y al clima. Una semilla gruesa se debe sembrar a mayor distancia que una delgada, para una mejor distribución de tallos.

Variedades de la subespecie andígena, tardías, como Tuquerreña exigen una mayor distancia entre plantas. Casi todas las variedades mejoradas colombianas responden bien a altas densidades de población. Cuando la distancia entre plantas es muy amplia, el tamaño de los tubérculos en la cosecha aumenta pero el rendimiento por hectárea disminuye. En terrenos planos las distancias se pueden reducir hasta 90 cm. entre surcos por 25 cm. entre plantas. En regiones pendientes es necesario aumentar la distancia entre

surcos hasta 1.30 m. ó más. En climas de páramos la papa no responde bien a distancias de siembra muy cortas y altas densidades de población, debido posiblemente a menor disponibilidad de CO_2 , O_2 y baja temperatura.

1.5.2. Densidad de Población

Se refiere al número de tallos principales que crecen por metro cuadrado de suelo. Un tallo principal es aquel que se desprende directamente del tubérculo madre o semilla.

El número de tallos por m^2 en un cultivo depende principalmente de las distancias de siembra y número de semillas por sitio, de la variedad, del tamaño del tubérculo semilla y el estado del brote o edad fisiológica de la semilla.

Lógicamente que no todos los brotes que lleva una semilla al momento de sembrar se convierten en tallos. Depende también de las condiciones del suelo, del estado de desarrollo de los brotes y la firmeza de los mismos para resistir el manipuleo durante la siembra.

1.5.2.1 Variedad y número de tallos por semilla. Hay variedades que producen muchos brotes que dan origen a nume-

rosos tallos, como la variedad "chaucha amarilla"; otras producen pocos como la variedad ICA Morasurco o Diacol Capiro. Semillas del mismo tamaño pero de diferente variedad difieren en el número de tallos por tubérculo. Ejemplo: Una semilla de tamaño mediano (60 g) de la variedad Parda Pastusa en buen estado de brotación produce un promedio de 4 tallos y una de ICA Nariño del mismo tamaño produce cerca a tres tallos principales por planta.

1.5.2.2 Tamaño de la semilla y número de tallos por planta. Semillas de tamaño grande dan origen a una planta con mayor número de tallos que semillas delgadas. En la misma proporción, una planta con numerosos tallos producirá una cosecha con mayor número de tubérculos pero generalmente más delgados.

Para controlar el tamaño de los tubérculos en las variedades que tienden a engrosar demasiado como la variedad ICA Morasurco, es aconsejable eliminar en la semilla el primer brote y sembrar a distancias de 25 a 30 cms. entre plantas, así se rompe la dominancia apical y se estimula la salida de brotes laterales.

1.5.2.3 Edad Fisiológica. Durante el período de almacenamiento de la semilla se distinguen tres períodos:

- a) Período de latencia, no apto para siembra.
- b) Período de brotación, caracterizado por el crecimiento del brote apical y luego por un desarrollo normal de to dos los brotes, cuando la semilla es fisiológicamente joven y apta para la siembra.
- c) Período de alargamiento de los brotes, con tendencia a formar tubérculos pequeños sobre la semilla o tubérculo madre. La semilla vieja o senescente da origen a plantas muy débiles con un sistema de raíces muy pobres y en condiciones adversas al suelo la planta no emerge.

1.5.3. Densidad de Población y Prácticas Culturales

Una alta densidad de población permite un mejor cubrimiento del suelo. Para usar una determinada densidad de po blación se debe tener en cuenta principalmente la variedad que se va a sembrar y el tamaño de tubérculos que se necesi tan en la cosecha.

En trabajos sobre tamaño de semilla y distancias de siem bra con variedades mejoradas colombianas se han encontrado los mejores rendimientos utilizando semilla delgada o pareja con densidad de población de 15 tallos/m². Un bajo número de tallos por metro² o una irregular distribución de los mis mos estimula un aumento en el tamaño de los tubérculos.

En cultivos para producción de semilla es conveniente utilizar altas densidades de población con el objeto de obtener un alto porcentaje de tubérculos delgados en la cosecha.

También se ha demostrado, en la variedad Parda Pastusa, que una densidad de población alta de 18 tallos/m², obtenida con semilla gruesa, requiere una mayor dosis de fertilizante que una densidad de población de 11 tallos/m² o menor. En general se puede concluir que semilla gruesa, para dar origen a una mayor área foliar, requiere una mayor disponibilidad de nutrimentos.

1.5.4, Desbrote de la Semilla

El desbrote de la semilla es una práctica útil para estimular el pronto desarrollo de los brotes cuando hay dominancia apical y obtener un mayor número de tallos por planta.

Debido a la competencia que se presenta dentro de cada mata cuando hay un buen número de tallos por planta (mayor de 6) se consigue controlar el tamaño de los tubérculos en las variedades que tienen tendencia a engrosar demasiado.

El desbrotamiento de la semilla no siempre lleva al de

sarrollo de un gran número de tallos por planta, ni tampoco todas las variedades responden bien al desbrote. Cuando una semilla es desbrotada varias veces va perdiendo su vigor y finalmente da origen a plantas con un sistema de raíces muy débiles y follaje escaso, o si las condiciones del suelo son adversas los brotes no alcanzan a emerger.

1.5.5. Longitud de los Brotes

Cuando un tubérculo semilla tiene brotes muy largos, muchos de ellos se rompen fácil durante el manipuleo de la siembra. Las heridas y magulladuras producidas en estos brotes facilitan la entrada de patógenos, como Fusarium y Rhizoctonia los cuales van a formar un poco de pudrición en la zona radical de la planta. El daño causado por estos organismos en la raíz de la planta produce una sintomatología similar a la causada por algunos virus. Si el número de brotes dañados durante la siembra en cada semilla es total, casi todos serán reemplazados por brotes nuevos. Pero si sólo son unos pocos, éstos no rebrotan. Por consiguiente en el caso de tener brotes de más de 2 cms. de longitud es mejor desbrotar la semilla.

1.5.6. Tamaño del Tubérculo Semilla, sus Ventajas y Desventajas

Al sembrar tubérculos grandes se obtendrá mayor número de tallos por planta, pero el costo de la semilla por hectárea se eleva debido a que la cantidad requerida es considerablemente mayor. Así, al sembrar a una densidad de 30.000 plantas por hectárea se necesitarían 3 toneladas de semilla tamaño primera (tubérculos de 100 g) y 1,2 toneladas de semilla delgada o de tamaño tercera.

La semilla gruesa produce tallos más vigorosos y por consiguiente tienen más ventajas que la semilla delgada bajo condiciones adversas de suelo y al ambiente, como sequía y heladas.

Beukema (1979) hace la siguiente comparación entre semilla delgada y semilla gruesa.

Semilla delgada	Semilla gruesa
1. Más brotes por kg de tubérculos.	1. Menos brotes por kg de tubérculo.
2. Más difícil para alcanzar altas densidades de población.	2. Más fácil para alcanzar altas densidades de población.
3. Menos tallos por planta, mejor distribución de los mismos.	3. Más tallos por planta, puede haber una distribución desfavorable de tallos.

- | | |
|--|---|
| 4. Emergencia más tardía. | 4. Emergencia más <u>tem</u>
<u>prana</u> . |
| 5. Pobre emergencia cuando se <u>siem</u>
<u>bra</u> en condiciones desfavorables
del <u>suelo</u> . | 5. Mejor emergencia
cuando se <u>siembra</u>
en condiciones <u>des</u>
<u>favorables</u> del <u>sue</u>
<u>lo</u> . |
| 6. Dífícil recuperación en caso
de sufrir ataques al follaje
en <u>estaños</u> tempranos de <u>desa</u>
<u>rrollo</u> . | 6. Recuperación más <u>difí</u> -
<u>cil</u> en caso de su-
frir ataques al fo-
llaje en sus <u>prime</u> -
<u>ros</u> <u>estados</u> . |

1.6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALVARADO, L. F. y MENDEZ, H. Densidades de población y dosis fertilizantes en papa.. Revista COMALFI, 8(1-2): 10-26 p. Enero-Julio 1981.
2. BEUKEMA, H. P. And Van der SAAG, D. E. Potato improvement. Some factors and facts. International Agricultural Centre, Wageningen the Netherlands, 222 p. 1979.
3. BURTON, W. G. The Potato. Second edition. H. Veenman and Zonen N. V. Wageningen, the Netherlands. 382 p. 1966.
4. SCHWIMMER, S. and BURR, H. K. Structure and Chemical composition of the potato tuber. In: Potato processing the AVI Publishing Co. Connecticut USA. 475 p. 1959.
5. ZAAG, D. F. Van der, Potatoes and their cultivation in the Netherlands. Dutch information Centre for Potatoes. The Hague, the Netherlands, 72 p, 1973.

2. SISTEMAS DE PRODUCCION DE SEMILLA

Pedro Corzo, C. *

Se considera que lo más importante en la producción de papa es la elección y utilización de la mejor semilla posible, ya que los rendimientos que se obtienen con semilla de la misma variedad y bajo iguales condiciones, dependen principalmente de la calidad del tubérculo semilla más que de ningún otro factor aislado de producción.

La propagación de papa por medio del tubérculo semilla aunque - permite mantener casi inalterable su constitución genética, también facilita la transmisión y diseminación de patógenos que producen enfermedades. Dentro de éstos se destacan los virus que en forma continua van disminuyendo la capacidad productora de las variedades, con siderándose que en la actualidad las enfermedades causadas por virus son el factor más limitante para la obtención de mejores rendimientos.

Es por eso, que el productor de semilla debe estar familiarizado con las enfermedades de la papa, sus agentes causales, sus formas de

* Ingeniero Agrónomo, M. Sc., Programa de Tuberosas ICA, Tibaitatá- A. Aéreo 151133 El Dorado, Bogotá.

transmisión y diseminación, sus síntomas y sus formas de control. Es tos conocimientos lo ayudarán a seleccionar y modificar las medidas de control recomendadas a sus condiciones particulares, y a adoptar un sistema de propagación que permita que su cultivo reúna las tolerancias exigidas para semilla,

El control de las enfermedades virosas está basado en la prevención, no en la curación. Una planta enferma no puede ser curada, pero la diseminación de la enfermedad puede ser reducida por la aplicación de medidas sanitarias y métodos de campo, invernaderos y/o laboratorios que se exponen a continuación.

2.1. METODOS DE OBTENCION Y PRODUCCION DE SEMILLA

El objetivo de un proyecto de semilla es la producción de semilla de buena calidad y su distribución oportuna en cantidades suficientes. Los métodos que se utilicen para producirla así como las regulaciones varían entre los diferentes países de acuerdo a sus problemas, necesidades, condiciones ecológicas, capacidad institucional y desarrollo tecnológico. Los métodos más conocidos de obtención y producción de semilla son:

2.1.1. Selección Masal

La disminución del rendimiento durante los años 1765 a 1775, debido a la proliferación de plantas anormales de hojas enrolladas en

Europa, obligó a los cultivadores a utilizar solamente la semilla de plantas vigorosas y normales, cultivadas en determinadas zonas (Bawden, 1964).

El método consiste esencialmente en la selección de plantas aparentemente sanas y vigorosas en el campo. Al momento de la cosecha los tubérculos provenientes de las plantas seleccionadas se mezclan y almacenan como un sólo lote. Durante la siembra siguiente esos tubérculos son sembrados al azar. Después de la germinación, tan pronto como se pueden distinguir los síntomas de virosis, se eliminan las plantas enfermas, incluyendo el tubérculo madre (Luján, 1972). Con este método aunque se puede disminuir la incidencia de enfermedades virosas, no se consigue el mejor control de ellas.

2.1.2. Selección Clonal e Individual

Este método que es una variante de la selección masal, consiste en el marcado de plantas aparentemente sanas y vigorosas en el campo, al momento de la cosecha, solamente se guarda, separadamente la producción de cada planta que produjo buenos rendimientos.

Durante la siembra siguiente, los tubérculos de cada planta seleccionada se siembran en el campo para su multiplicación como "unidades de planta", conservando cada clon o progenie en forma separada. Durante el desarrollo del cultivo, las plantas son inspeccionadas ya sea por sintomatología, serología o plantas indicadoras, para detec-

ción de enfermedades, Si se encuentra una o más plantas enfermas en cada clon, todas las plantas de ese clon son eliminadas y removidas del campo.

Al momento de la cosecha los tubérculos de cada clon sano, se guardan separadamente para continuar con su multiplicación durante 3 ó 6 generaciones.

2.1.3. Indicación de Tubérculos

Es un método de invernadero propuesto por Blodgett et al (1922) que permite eliminar los tubérculos enfermos antes de la siembra en el campo, mediante la determinación de la sanidad de cada tubérculo a través de una planta proveniente de una de sus yemas.

Para indiciar un tubérculo, se enumeran los tubérculos grandes y se corta un pedazo pequeño de cada uno con su correspondiente ojo. La superficie cortada de esos tubérculos se trata con un fungicida y se siembra en materos, identificándolos con el mismo número del tubérculo madre. Con igual tratamiento, cada tubérculo madre se guarda en condiciones que permitan obtener brotes vigorosos.

Cuando las plantas alcanzan un desarrollo conveniente, se determina su sanidad por sintomatología, plantas indicadoras o serología, descartando todos los tubérculos que originaron plantas enfermas.

Los tubérculos que originan plantas sanas se siembran en el campo empleando el método de "tubérculo unidad". Este es un método propuesto por Webber en 1980 y consiste en cortar tubérculos grandes en varias fracciones (generalmente cuatro) sembrando todos los pedazos del mismo tubérculo, uno a continuación de otro, dejando una separación adecuada antes de sembrar las fracciones del siguiente tubérculo. De esta manera, se facilita la inspección de cada unidad para detectar plantas anormales y enfermas y, en caso de que al menos una planta de cada unidad presente síntomas de virus u otra anomalía, se elimina toda la unidad.

Para evitar el riesgo de contaminar los tubérculos sanos con virus que se transmiten en forma mecánica, se debe desinfectar el cuchillo utilizado, con productos como fosfato trisódico o agua jabonosa, después de cortar cada tubérculo. La superficie cortada también se debe tratar con un fungicida para prevenir el ataque de hongos que causan pudriciones.

2.1.4. Indiciación de Plantas

Es también un método que permite eliminar tubérculos enfermos antes de la siembra. Consiste en determinar la sanidad de la producción de una planta de papa, a través de una planta proveniente de uno de los tubérculos de esa producción, sembrados en invernaderos.

La sanidad se determina por el mismo procedimiento empleado para

la indiciación de tubérculos, descartando la producción de las plantas que producen tubérculos enfermos. La producción de las plantas que originan plantas sanas en invernaderos, se siembran en el campo por el sistema de "unidades de planta".

2.1.5. Termoterapia

La técnica de termoterapia consiste en someter ya sea los tubérculos o plantas en crecimiento a temperaturas lo suficientemente elevadas para que inactiven los virus y no causen su muerte (Quak, 1972B). Por éste método según Kassanis y Pasnette (1961), se han podido eliminar más de la mitad de los virus que afectan las plantas hortícolas.

En papa las temperaturas usadas y el tiempo de tratamiento varían según la variedad entre 30 y 38° C hasta por 15 semanas, con los cuales se han podido eliminar de algunas variedades los virus PVA, PLRV, PVY, PVS y PVX entre otros (Kassanis, 1950; Hollings, 1965; Mellor y Stace Smith, 1967, Corzo, 1973; Gómez y Corzo, 1977).

Según algunos investigadores (Quak, 1972B; Hollings, 1965, Hollings y Stone, 1968) el efecto terapéutico del calor está propiciado por una alteración del balance entre síntesis y degradación de virus en la planta.

2.1.6. Cultivo de Meristemos

El cultivo de meristemas o de puntas meristemáticas está basado, entre otras teorías, en el hecho de que algunas veces las células de los puntos de crecimiento no están infectadas de virus o estos son inactivados por termoterapia a las plantas madres o en los medios de cultivo utilizados.

El método consiste en separar de una planta en crecimiento los meristemas apicales, solos o acompañados de una o dos primordios foliares, después de retirar las hojas que conforman la yema. Este meristemo tiene un tamaño entre 0.1 y 0.5 mm. de longitud, los cuales se cultivan asepticamente en tubos de ensayo con un medio de cultivo apropiado que permite su desarrollo y diferenciación en una nueva planta (Hollings, 1965, Quak, 1972 A; Murashige, 1974).

2.1.7. Técnicas de multiplicación rápida de papa

El principio de estas técnicas se basa en que los tubérculos de papa son genéticamente idénticos a cualquier parte de la planta. Por lo tanto, cualquier otra parte vegetativa puede ser utilizada para reproducir una planta de papa -manteniendo su identidad genética. En esta multiplicación se usan partes vegetativas tales como porciones de tubérculos, terminales de tallos, brotes, estolones y tejidos meristemáticos.

2.2. CATEGORIAS DE SEMILLA DE PAPA

La semilla de papa antes de ser puesta a disposición de los agricultores, pasa por distintas etapas, en cada una de las cuales se incrementa las mejores condiciones, tratando de conservar la sanidad, pureza, varietal y los tipos de planta conseguidos por los métodos de obtención y producción de semilla.

Las etapas en las cuales se incrementa la semilla se denominan categorías. Estas tienen diferentes nombres equivalentes dependiendo del país productor.

Con el objeto de entender mejor el aspecto de producción de semilla, se incluyen algunas definiciones para las diferentes categorías de semilla.

2.2.1. Semilla Genética

Es la semilla u otro material de propagación vegetativa producida bajo el control directo del fitogenetista, la cual constituye la fuente original para el incremento inicial de semilla de Fundación.

2.2.2. Semilla Básica

La semilla básica es la que mantiene la más aproximada identidad específica y pureza original. La producción de semilla básica es estrictamente supervisada por Programas de Fitomejoramiento o Certificación y es la fuente para producción de semilla Registrada y Certifi

cada,

2.2.3. Semilla Registrada

Es la progenie de la básica o de la misma registrada siempre que conserve su identidad genética, pureza varietal y satisfaga las normas de certificación. Esta semilla es la fuente para producir la Certificada,

2.2.4. Semilla Certificada

Es la progenie de la básica o registrada. La semilla certificada mantiene su identidad genética, sanidad y pureza originales y se produce bajo el control de un programa de certificación y distribuye principalmente para la producción de cultivos comerciales,

La diferencia entre categorías estriba principalmente en las tolerancias que no son otra cosa que las enfermedades, mezclas y plantas fuera de tipo expresadas en porcentaje. Estas tolerancias se establecen a través de las inspecciones de campo.

Las inspecciones de campo son las visitas que los especialistas hacen a los campos productores de semilla, con el fin de determinar el porcentaje de plantas con enfermedades, mezclas y fuera de tipo y garantizar que la semilla se produjo siguiendo métodos que aseguran su identidad, pureza varietal, sanidad y otras características, ne-

cesarias para permitir su empleo con mayor seguridad,

2.3. PRINCIPIOS BASICOS PARA LA PRODUCCION DE SEMILLA

La producción de semilla sana de papa está basada en los principios de control de enfermedades: Aislamiento, Protección, Exclusión y Erradicación cuyos aspectos de mayor aplicación en papa se exponen a continuación,

2.3.1. Aislamiento

El aislamiento se refiere a que un campo destinado a la producción de semilla debe estar lo suficientemente alejado de otros campos de papa o de otras solanáceas para prevenir la infestación de vectores de virus y de otras enfermedades. El riesgo de infección no es igual en todas las zonas geográficas, tampoco en todas las épocas del año (Garay, 1977).

Se considera que en la zona andina las fincas de páramo de 3.000 a 3.500 metros de altitud son las más apropiadas para la producción de semilla (Luján, 1972). En estas condiciones, la población de insectos vectores de virus es muy baja y con poca movilidad, lo que permite mayor eficiencia en el control.

2.3.2. Protección

La protección está orientada a defender el cultivo de los ataques

de fitopatógenos y esto incluye virus, bacterias, nemátodos, hongos e insectos. Para luchar contra los dos últimos es necesario adoptar prácticas de protección mediante el uso de fungicidas e insecticidas apropiados aplicados tanto al suelo como al follaje (Fernow y Garcés, 1949).

2.3.3. Exclusión y Erradicación

Se refiere a que en una zona seleccionada para la producción de semilla se debe:

- 1) Evitar sembrar en lotes infestados con patógenos que producen enfermedades, así como de plagas especialmente de gusano blanco.
- 2) Eliminar los tubérculos enfermos antes de la siembra que sirvan como albergadores de patógenos.
- 3) Eliminar las malezas albergadoras de insectos vectores de virus, así como mezclas de otras variedades.
- 4) Remover las plantas enfermas o débiles tan pronto como puedan ser identificados u observados sus síntomas. Una planta infectada con virus, dará tubérculos también infectados y no se conocen métodos para curarlas.
- 5) Hacer una adecuada rotación y buenas labores de cultivo.

2,4, REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BAWDEN, F. C. Plant viruses and virus diseases. 4 ed. New York. Ronald Press, 1964, pp. 84-88.
2. BLODGETT, C.P. FERNOW, K.H. and PERRY, F.R. Testing seed potatoes for masaiid and leafroll. II. Ref. Phytopath. 12: 40. 1922.
3. CORZO, C.P. Informe anual Programa de Tuberosas Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, 1973. 5 p.
4. FERNOW, K.H. y GARCES, O.C. Producción de Semilla Certificada de papa. Rev. Fac. de Agronomía (Medellín) 10 (36): 1-26.
5. GARAY, A. Producción, Manejo y Calidad de Semilla de papa. CIP Lima, 1977. 53 p.
6. GOMEZ, P.L. y CORZO, C.P. Efecto de la Temperatura en el Control del "Potato leafroll virus" en variedades de papa en Colombia. Fitopatología Colombiana 6 (1): 33-41. 1977.
7. HOLLINGS, M. Disease control through virus-free stock ann. Rev. Phytopatol. 3: 367-396. 1965.
8. HOLLINGS, M. and STONE, O.M. Techniques and Problems in the Production of virus Tested Planting Material. Scient. Hort. 20: 57-72, 1968.

9. KASSANIS, B. Heat Inactivation of Leaf roll in Potato Tubers, *Am. J. App. Biol.* 37 (2): 339-341. 1950.
10. KASSANIS, B. and A.P. POSNETTE. Thermotherapy of virus Infected Plants Recent. *Advan. in Botany. I*: 557-563. 1961.
11. LUJAN, C.L. Fundamentos de la Producción de Semilla de Papa. 1972. 13 p. (Mimeografiado).
12. MELLOR, F. and STACE SMITH, F.C. Erradication of Potato Virus by Thermotherapy, *Phytopathology* 57 (7): 674-678. 1967.
13. MURASHICE, T. Plant Propagation Through Tissue Culture. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 25: 135-166. 1974.
14. QUAN, F. Review of Heat Treatment and Meristem Tip Culture as Methods to obtain virus-free plants. *Prac. 18th. Int. Congr.* 3: 12-25. 1972A.
15. Theraphy In. J.A. de Bock, (ed). *Viruses of Potato and seed potato production.* Ctr. Agr. Publish Docum. Wageningen, 1972 B. p. 158-166.

3. ENFERMEDADES DE LA PAPA Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCION

DE SEMILLA

Omar Guerrero Guerrero *

3.1. INTRODUCCION

La papa es el principal cultivo de las regiones frías de Colombia cubriendo una extensión aproximada de 150.000 has, con una producción de 15 t/ha.

Este cultivo se ve afectado por la presencia de microorganismos causantes de enfermedades, como hongos, bacterias, nemátodos y virus que inciden notablemente en el rendimiento y/o calidad de los tubérculos, los cuales se descartarían en un programa de producción de semilla vegetativa de papa.

El hecho de que la propagación del cultivo de papa sea vegetativa, utilizando tubérculos como semilla, hace que muchos patógenos que inciden en los tubérculos, se diseminen cada vez más con la consecuente disminución de la productividad del cultivo.

* I, A, M, Sc. Programa de Fitopatología - ICA Obonuco. Apartado Aéreo 339, Pasto-Nariño.

Es necesario e importante, establecer un manejo adecuado del cultivo y de los tubérculos semilla, para minimizar los daños que ocasionan los diferentes patógenos que atacan la papa.

Se describen aquí las principales enfermedades de la papa que afectan los tubérculos semilla y/o que pueden disminuir notablemente los rendimientos del cultivo cuando se utiliza semilla afectada.

3.2. ENFERMEDADES BACTERIANAS

3.2.1. Pierna Negra o Pata Negra

Esta enfermedad es causada por la bacteria denominada Erwinia carotovora. Los síntomas en el follaje se caracterizan por una clorosis de la planta, los folíolos tienden a enrollarse hacia arriba, se marchitan y mueren.

Los tubérculos que provienen de plantas infectadas con esta bacteria, pueden mostrar síntomas que varían desde una ligera decoloración vascular al extremo del estolón, hasta una pudrición total del tubérculo. Por lo general, la pudrición blanda se inicia en la base del estolón y se extiende a diversas profundidades del tubérculo.

La bacteria causante de Pierna Negra, se encuentra sobre o dentro del tubérculo semilla. Después de la siembra, la semilla se va deteriorando durante el desarrollo de la planta, liberando hacia el suelo gran cantidad de bacterias que se multiplican y persisten en las raíz-

ces de la planta, se movilizan por medio del agua de riego y contaminan los tubérculos de la planta y de plantas vecinas, penetrando por las lenticelas, por agrietaduras o por daños provocados al tubérculo en el momento de cosecha. Las bacterias sobreviven en los tubérculos durante todo el período de almacenamiento. La supervivencia de la bacteria en el suelo es corta.

3.2.2. Marchitez Bacteriana

Causada por Pseudomonas solanacearum - necesita temperaturas altas para su desarrollo, es decir que esta enfermedad se localiza más en zonas de clima templado o frío moderado, no se desarrolla en áreas con clima frío.

La bacteria se hace evidente si se cortan transversalmente los tubérculos enfermos y al presionar emanan del anillo vascular, gotitas como perlas blanquecinas, que corresponden al exudado bacteriano. La bacteria se ve a simple vista por los ojos del tubérculo, éste inicialmente retiene su consistencia y adquiere un olor característico, luego, como consecuencia de infecciones secundarias adquiere una pudrición blanda y fétida.

El patógeno puede transmitirse por tubérculo y esto constituye un factor importante en la distribución y severidad de la enfermedad. A temperaturas del suelo por debajo de 15 °C raramente se encuentra la bacteria.

Utilizar semilla sana, variedades resistentes y rotación de cultivos son medidas de control recomendadas.

3.3. ENFERMEDADES FUNGOSAS

3.3.1. Roña

El agente causal es el hongo Spongospora subterranea el cual se desarrolla en los tubérculos produciendo lesiones circulares de 0.5 a 2 mm. de diámetro de color castaño: el patógeno, esporula rompe la epidermis y libera las esporas que son transportadas a otras partes del terreno, por medio de la película de agua del suelo.

Durante el almacenamiento, la roña deriva en pudrición seca o da lugar a la formación de un mayor número de úlceras.

La infección en las raíces y estolones, es similar a la que presentan los tubérculos. Las agallas que se forman en las raíces pueden ser tan graves como para producir la marchitez y muerte de la planta.

Las masas de esporas de descanso, (quistes) se conservan en el suelo. La presencia de raíces de papa estimulan su germinación produciendo zoosporas que penetran en las raíces donde se produce el plasmodio esporangial que originarán zoosporas secundarias las cuales infectan raíces y tubérculos. El inóculo se disemina por el viento y por tubérculos portadores de esporas.

Se puede prevenir la enfermedad, con drenajes del terreno, rotación de cultivos y empleo de semilla libre del patógeno.

3.3.2. Carbón de la Papa

El agente causal es el hongo Thecaphora solani. Generalmente no se observan síntomas en la parte aérea de la planta. Los tubérculos afectados tienen en su superficie, hinchamientos verrucosos e interiormente el tubérculo presenta galerías donde se encuentran las esporas del hongo. Las agallas que se forman como consecuencia de la enfermedad tienen apariencia de tubérculos deformados y pueden localizarse en los brotes, tallos, estolones y con menos frecuencia en los tubérculos.

El desarrollo de la enfermedad se ve favorecida por una alta humedad en el suelo. El hecho de sembrar papa año tras año, incrementa la incidencia, una vez que el patógeno ha sido introducido en el terreno.

Uso de semilla sana, resistencia varietal y rotación de cultivos son métodos de control efectivos.

3.3.3. Marchitez por Fusarium

En esta enfermedad están implicadas varias especies del género Fusarium que ocasionan síntomas similares en el cultivo de la papa. Las plantas atacadas muestran pudrición de raíces y tallos en la parte inferior, decoloración unilateral es decir que es más severa a un

lado de la planta o tallo; clorosis foliar, tubérculos aéreos en las axilas de las hojas y muerte prematura de la planta.

Los Fusarium que producen marchitamiento son habitantes naturales del suelo, invaden los tubérculos producidos y la enfermedad se transmite por medio del inóculo que se encuentra superficial o dentro de la semilla.

Los tubérculos infectados presentan una depresión en la unión con el estolón y una decoloración que invade hacia adentro. Se presentan también lesiones de color castaño. El síntoma más característico en los tubérculos es una decoloración húmeda de color castaño clara de consistencia firme que se extiende a ambos lados del anillo vascular, y que se diferencia de la pudrición bacteriana en que no se produce exudados.

El inóculo es introducido en campos nuevos por el uso de tubérculos semilla infectados, el agua, el viento y los implementos de labranza ayudan a dispersar el hongo en el terreno.

3.3.4. Tizón Tardío - Gota

Es causado por el hongo Phytophthora infestans, los primeros síntomas aparecen en las hojas en forma de manchas húmedas, de color pardo y alrededor de la mancha se observa el crecimiento de los esporangios y esporangioferos del hongo que luego emiten esporas y son transportadas por el viento o insectos a otras plantas.

Los tubérculos, particularmente aquellos que no están adecuadamente cubiertos pueden infectarse en el campo por medio de las esporas que caen de las hojas como consecuencia del lavado que ejerce la lluvia o riego. El crecimiento rápido de los tubérculos agrieta el suelo exponiéndolos a la infección.

Los tubérculos afectados presentan áreas irregulares de color castaño rojizo que se extiende hacia la parte interior. Cuando se realiza la cosecha en condiciones de humedad, la infección puede producirse por contacto de los tubérculos afectados provenientes de plantas enfermas. En condiciones óptimas de almacenamiento (temperaturas frías) la diseminación del hongo es muy limitada y las lesiones se desarrollan lentamente.

Después de que la planta emerge, el hongo invade algunos de los brotes en desarrollo y en condiciones favorables esporula, produciéndose el inóculo primario de esporangios y esporas que luego se transmiten por el viento y la lluvia a otras plantas y terrenos.

La infección por P. infestans en la semilla se agrava cuando llegan organismos secundarios como bacterias, provocando una desintegración del tubérculo.

Se puede prevenir esta enfermedad con uso de semilla sana, aplicaciones de fungicidas y removiendo tubérculos afectados, antes de llevarlos a almacenamiento.

3.3.5, Tizón Temprano

El agente causal es el hongo Alternaria solani. La infección se inicia en hojas inferiores, con pequeñas manchas de color castaño oscuro, son de consistencia seca. A medida que se forman nuevas lesiones, las viejas se expanden, la hoja se vuelve clorótica y luego necrótica y finalmente se seca, pero no se desprende de la planta.

El hongo puede persistir en residuos de cosecha, suelo, tubérculos infectados y otros hospederos del grupo solanáceas. La infección primaria puede desarrollarse en el follaje más viejo durante etapas tempranas del cultivo; la mayor diseminación ocurre en y después de la floración cuando el inóculo es abundante,

Los tubérculos se infectan en presencia de heridas, mostrando lesiones oscuras hundidas, circulares o irregulares rodeadas por bordes levantados de color bronceado. La pulpa por debajo de la lesión es seca y de textura coriácea. Las lesiones pueden aumentar de tamaño, durante el almacenamiento y los tubérculos se arrugan, en casos avanzados de infección. Los tubérculos inmaduros son más fácilmente invadidos por el hongo que aquellos que están maduros. Cosechar los tubérculos inmediatamente después de cortadas las ramas de las plantas, hace más susceptibles a los tubérculos al ataque de Alternaria solani.

3.3.6. Mortaja Blanca

Esta enfermedad causada por el hongo Rosellinia sp. es severa en las partes altas de la región andina de Colombia, en donde las condiciones de alta humedad favorecen el desarrollo de este organismo.

Los síntomas se manifiestan por una flacidez de las hojas y tallos inferiores, luego avanza hacia arriba hasta que toda la planta se vuelve flácida pierde su color verde normal observándose una intensa clorosis, los folíolos se tornan necróticos, se marchitan, caen las hojas de la planta y ésta muere.

Los tubérculos producidos por las plantas que se desarrollan presentan un moho blanco grisáceo que los cubre parcial o totalmente que corresponde a los rizomorfos del hongo los cuales penetran en el tubérculo en forma radiada, como se observa si se hace un corte al tubérculo.

El patógeno puede establecerse en un terreno, cuando se siembra semilla infectada. Una vez establecido este hongo en el suelo es imposible erradicarlo, debido a que en ausencia del cultivo hospedero puede alimentarse de materia orgánica.

Se debe evitar la siembra de semilla infectada, eliminar residuos vegetales en el terreno y el demasiado laboreo del suelo, para minimizar la incidencia de éste patógeno.

3.3.7. Rhizoctoniasis - Costra Negra

Esta enfermedad causada por el hongo Rhizoctonia solani se encuentra ampliamente distribuida en la mayoría de las zonas de producción. El patógeno es un habitante natural del suelo, ataca el cuello de la planta, destruyendo los haces vasculares y se observa clorosis de las hojas y enrollamiento; el cuello de la raíz presenta lesiones necróticas hundidas en donde se observa crecimiento micelial.

Cuando la invasión del hongo en los tubérculos es severa, destruye los brotes o los debilita, retardando el desarrollo de la plantación.

En la superficie de los tubérculos maduros se forman esclerotes de color negro en forma de terrones, de ahí el nombre de Costra Negra. La epidermis del tubérculo, debajo de los esclerotes, no presenta ninguna anomalía. Las lesiones en los estolones son de color castaño rojizo provocando la muerte de los mismos y malformaciones de los tubérculos.

Rhizoctonia solani se mantiene de un cultivo a otro en forma de esclerotes en el suelo o en restos de vegetales. Los esclerotes germinan e invaden los tallos de papa o brotes emergentes a través de heridas. En el desarrollo del cultivo, las raíces y estolones son invadidas y la formación de esclerotes en tubérculos producidos, se realizan en cualquier momento.

La población del hongo se incrementa en el suelo, cuando se cultiva papa en forma sucesiva. El uso de semilla infestada con esclerotes también favorece el incremento del inóculo en el suelo.

3.3.8. Pudrición Seca

Los agentes causales son Fusarium solani y Fusarium roseum, que afectan tubérculos en almacenamiento para usarse como semilla.

Las lesiones en los tubérculos que se inician por heridas, se evidencian después de un mes de almacenamiento. La infección se extiende y el tejido se va secando, los tubérculos se pudren y se momifican.

El hongo es mucho más agresivo en tubérculos fraccionados ya que ésta es la vía de entrada más importante. Después de la infección de Fusarium pueden penetrar organismos secundarios como la bacteria Erwinia sp. que completa la destrucción parcial o total del tubérculo observándose luego en el campo, parches de plantas malformadas e incremento de Pierna Negra.

3.4. NEMATODOS DE LA PAPA

3.4.1. Nemátodo Quiste

En los Andes Americanos existen dos especies de nemátodo quiste que atacan papa, son ellas, Globodera pallida y Globodera rostochiensis. En los trópicos generalmente se encuentra sólo por encima de los 2,000 metros de altitud.

Los síntomas en las partes aéreas de las plantas no son específicos; crecimiento pobre, enanismo, amarillamiento y senescencia temprana son comunes. De 10 a 12 semanas después de la siembra, se puede observar en las raíces y a veces en tubérculos, hembras de Globodera sp esféricas de 0,5 a 1,0 mm. de diámetro, las cuales al morir se vuelven quistes de color marrón y contienen en su interior huevos vivos por largos períodos de tiempo.

Este nemátodo se puede diseminar por los tubérculos porque aún cuando no penetran en ellos, pueden ir adheridos en la cutícula o en la tierra que se adhiere en los tubérculos.

Una vez establecido este nemátodo en el suelo es imposible erradicarlo y su control químico es muy costoso por las altas dosis de nemátocidas que se deben aplicar.

3.4.2. Nemátodo del Nudo de la Raíz

El organismo causal de los nodulos radiculares es Meloidogyne sp se ha encontrado atacando papa en Sur América a las especies M. incognita, M. javanica y M. hapla.

Los síntomas aéreos son similares a aquellos causados por otros factores que ocasionan daño a la raíz. La planta reduce su crecimiento, hojas cloróticas que tienden a marchitarse en tiempo caluroso. Las raíces infestadas presentan nudos o agallas de tamaño variado, los tubérculos infestados muestran también agallas y se deforman.

Debido a que la papa se cultiva más en climas fríos, éste nemátodo no constituye un problema económico grave; Meloidogyne sp prefiere climas cálidos, y es por ésto que en regiones de climas medios donde se cultiva papa se puede encontrar el ataque de este nemátodo.

3.4.3. Falso Nemátodo de l Nudo de la Raíz Nacobbus aberrans

Los síntomas aéreos no son específicos, las plantas atacadas muestran enanismo y poco desarrollo. Las raíces muestran agallas sucesivas por lo cual en algunas regiones le llaman Rosario.

A pesar de que el falso nemátodo del nudo ataca a los tubérculos penetrando la epidermis hasta una profundidad de 1 a 2 mm, no provoca síntomas de fácil reconocimiento.

3.5. ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

Los virus son organismos ultramicroscópicos que se transmiten de diferentes formas, invaden la planta ocasionando diversidad de síntomas reducen los rendimientos y la posibilidad de utilizar tubérculos como semilla.

Debido a que es imposible distinguir entre un tubérculo semilla sin virus y otro con virus, el manejo de estas enfermedades para su control es diferente al que se realiza con otros tipos de patógenos.

3.5.1. Virus del Enrollamiento de Hojas (P.L.R.V.)

Es una de las enfermedades más severas del cultivo de la papa, ocasiona graves pérdidas en el rendimiento.

A partir de un tubérculo semilla infectado, la planta evidencia síntomas que dependen de la variedad y condiciones ambientales; se destacan la clorosis general de la planta, las hojas se enrollan hacia arriba, se vuelven coriáceas, las plantas se tornan enanas, con hábito de crecimiento erecto.

El virus se transmite por medio de tubérculos enfermos y por áfidos virulíferos en forma circulativa.

La transmisión de tubérculo a tubérculo se realiza durante el almacenamiento de la semilla, por medios de los áfidos que invaden los brotes. Las plantas provenientes de tubérculos infectados y plantas voluntarias, sirven como fuente de inóculo en la diseminación del virus.

Los virus no se controlan con aplicaciones de ningún pesticida, por lo tanto se deben realizar algunas prácticas culturales para evitar o disminuir esta enfermedad. Se puede producir tubérculos semilla con baja concentración de virus en zonas de páramo con baja incidencia de áfidos. Las parcelas dedicadas a producir semilla se deben

cosechar en forma temprana para evitar infestaciones tardías de áfidos.

Los daños que causa el PLRV se pueden disminuir notablemente con la práctica de "selección clonal", sembrando tubérculos libres de virus; entresacando plantas infectadas en el campo; destruyendo plantas voluntarias dentro y fuera del cultivo.

3.5.2. Mosaico. Virus X de la Papa (PVX)

Este virus produce un mosaico suave en el follaje y ligera disminución del desarrollo de la planta. Cuando se asocia con el virus Y puede provocar mosaico rugoso severo, necrosis de nervaduras, enanismo y una significativa reducción de los rendimientos.

Este virus se transmite fácilmente en forma mecánica es decir cuando las plantas se rozan entre sí. El virus se trasloca hacia los tubérculos y por siembras continuas con semilla infectada, el virus alcanza mayores concentraciones hasta el punto que el cultivo se vuelve improductivo.

3.5.3. Mosaico Rugoso. Virus Y de la Papa (PVY)

Es de amplia diseminación en todas las áreas paperas del mundo, es considerado como uno de los de mayor importancia económica especialmente cuando se encuentra asociado con PVX.

Los síntomas dependen de la variedad de papa y raza del virus. Plantas con infección de PVY muestran mosaico y rugosidad de folíolos, necrosis de nervaduras y tallos, torción de folíolos, madurez temprana de la planta.

Este virus se transmite por áfidos y por semilla. La resistencia de plantas maduras puede ser un factor importante para la producción de semilla de papa. Cuando los áfidos infectan las plantas en estado avanzado de desarrollo, el virus no se traslada hacia los tubérculos, sólo algunos de ellos llegan a infectarse.

En zonas altas de páramo con limitadas poblaciones de áfidos se puede producir semilla con bajos porcentajes de infección mediante el uso de selección clonal, entresaque de plantas enfermas y cosecha temprana.

3.6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. Compendio de enfermedades de la papa . W.J. Hooker (ed) Lima - Perú 37-105 p. 1980.
2. GUERRERO, O. Enfermedades causadas por virus en el cultivo de la papa y uso de técnica de diagnóstico En: El cultivo de la papa. ICA Regional 5. 1979 Pasto Colombia 83-91 p.
3. GUERRERO, O. y MARTINEZ, E. Evaluación de pérdidas ocasionadas en la variedad de papa ICA-Puracé por los virus Potato Virus X, Potato Virus Y y Potato Leafroll Virus. Fitopatología Colombiana, 9: 33-40, 1980.
4. GUERRERO, O. Enfermedades de la papa y su control. En: Seminario sobre Plaguicidas Agrícolas. ICA Regional 5. 1981 Pasto-Colombia (Paginación no continúa)'
5. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Programa de Fitopatología CRI-Obonuco Pasto, Informe Anual de Labores (Mecanografiado) 1983.
6. MOLINA, V.L. y MARTINEZ, E. Enfermedades fungosas de la papa. En: El cultivo de la papa, ICA Regional 5, 1979 Pasto Colombia, 92-104 p.
7. ORELLANA, A. H. Estudio de la enfermedad lanosa de la papa en el Ecuador. Fitopatología 13 (1) 61-68. 1978.

4. INSECTOS VECTORES DE VIRUS EN PAPA

Hugo Calvache Guerrero *

Un aspecto muy grave del daño de los insectos que puede rivalizar en importancia con la destrucción ocasionada por su alimentación directa, es el relacionado con la transmisión de patógenos a las plantas.

La primera evidencia de un patógeno transmitido por insecto, fue hecha en 1891; la marchitez del peral, una bacteria transmitida por un polinizador. Hacia finales del siglo XIX ya se hablaba de la transmisión de patógenos a vertebrados.

La inquietud de la transmisión de patógenos por vectores se desarrolló por la transmisión de virus por insectos y sobre este particular se ha acumulado mayor información, especialmente en las últimas décadas. Son estudios interdisciplinarios cuyos resultados son muy demorados, para saber quien está transportando al patógeno y la forma como ocurre la transmisión en la naturaleza; el conocimiento de la relación vector-patógeno-planta es indispensable para llegar a estable-

* Ingeniero Agrónomo M.Sc. Programa de Entomología - ICA Obonuco, Apartado Aéreo 339, Pasto-Nariño.

cer las medidas de control más racionales,

Dada la especificidad del curso en la producción de semilla de papa, en la presente oportunidad no se discutirán aspectos relacionados con tipos de asociaciones, ni transmisión de otros patógenos diferentes a virus.

4.1. TERMINOLOGIA USADA CON VECTORES

- EXPOSICION : Oportunidad de alimentarse que tiene el vector sobre una planta enferma.
- PERIODO DE ADQUISICION: Tiempo mínimo de alimentación del insecto en la planta enferma para adquirir el patógeno. Este varía de acuerdo con la relación insecto-virus.
- PERIODO DE INCUBACION EN EL INSECTO : Tiempo transcurrido entre el momento de la adquisición del patógeno y el momento en el cual está en capacidad de transmitirlo.
- INSECTO VIRULIFERO : Aquel que después de la exposición y la adquisición, se espera tenga en su interior al patógeno. Un insecto puede ser expuesto pero no ser virulífero.
- PERIODO DE INCUBACION EN LA PLANTA : Tiempo transcurrido entre la inoculación y la expresión de los primeros síntomas.

INSECTO INOCULATIVO : Aquel que ha sido expuesto, ha cumplido el período de incubación del virus; y al alimentarse en una planta sana es capaz de originar el proceso de infección.

PERIODO DE INOCULACION: El tiempo mínimo necesario de alimentación del insecto en una planta sana para que ocurra la transmisión.

PERSISTENCIA DEL VIRUS: Capacidad de un virus para permanecer en el vector y ser viable.

La persistencia ha permitido la división de los virus en dos grupos:

- a) PERSISTENTES O CIRCULATIVOS: El virus entra al organismo del vector, se distribuye en su interior y no se pierde con la muda. Algunos se llaman PROPAGATIVOS o sea aquellos que invaden el insecto y se multiplican dentro de éste.
- b) NO PERSISTENTES O LLEVADOS EN EL ESTILETE: Virus transmitidos por insectos chupadores llevados en el extremo del estilete. El virus está en la parte externa del aparato bucal; puede entrar al organismo pero deja de ser activo o no puede haber el mecanismo que permita su transmisión.

4.2. CONSIDERACIONES MORFOLOGICAS DEL INSECTO VECTOR

Como un prerrequisito para entender la mecánica y el mecanismo de la transmisión es necesario conocer algo de la morfología del insecto vector.

4.2.1. Partes Bucales

Las partes bucales de todos los homópteros son muy parecidos y ésto está asociado en que todos son fitófagos. Las partes bucales consisten de dos pares de estiletes, como agujas, con un labio y un labro. Los palpos maxilares y labiales están ausentes y sus funciones sensoriales se realizan a través de pelos táctiles y quimiorreceptores localizados en el extremo del labio. Asociado con el aparato bucal está la glándula salivar, bien desarrollada, cuyo ducto atraviesa la hipofaringe (Snodgrass, 1935).

Los estiletes están adaptados para atravesar los tejidos de las plantas y extraer los jugos. La penetración se realiza por movimientos alternos de los estiletes mandibulares seguido por movimientos de los estiletes maxilares, hasta que sus extremos alcancen a los de las mandíbulas. El ciclo se repite varias veces hasta alcanzar la debida profundidad (Snodgrass, 1935).

La localización del sitio de alimentación no depende totalmente de la acción muscular. Las secreciones salivares, inyectadas durante la localización, contienen enzimas que facilitan la entrada y la penetración de los estiletes. Se ha encontrado pectinasa en la saliva de Myzus persicae (Sulzer) y en 23 especies de áfidos, en Dalbulus maidis (DeLong & Wolcott) y en Adelges piceae (Ratzelburg) (Forbes and Mac Carthy, 1969).

La mayoría de los saltahojas, en el sentido amplio de la palabra, se alimentan principalmente en el floema (Black, 1953; Forbes and Mac Carthy, 1969).

4.2.2. Sistema Salival

Consiste de un par de glándulas asociadas con los ductos y un canal salivar. La glándula principal es más grande, bilobulada. Los ductos de cada glándula se fusionan en su línea media para formar el canal salivar común, el cual conduce a la jeringa salivar, detrás de la bomba succionadora (Snodgrass, 1935).

Las glándulas salivares de los saltahojas tienen una similitud fundamental. Su complejidad y su tamaño indican su importancia dentro del proceso de alimentación.

Las glándulas salivares son de gran importancia porque los virus circulativos están obligados a pasar a través de la saliva para invadir una planta (Forbes and Mac Carthy, 1969).

4.2.3. Canal Alimenticio

En la mayor parte de Homóptera se produce una modificación del canal alimentario, que no se presenta en otros grupos de insectos. Esta se conoce como la "cámara de filtro", en la cual dos partes distantes del tubo digestivo están estrechamente adaptadas y ligadas por un tejido conectivo que las envuelve. Las partes involucradas

en el filtro son usualmente las dos extremidades del mesenteron y el extremo anterior del proctodeo. Se supone que esto constituye un artificio que permite la eliminación de los excesos de agua y carbohidratos solubles del alimento, por difusión directamente desde la parte anterior del estómago en el intestino, mientras que las proteínas y materiales grasos permanecen para ser digeridos y absorbidos en el estómago (Snodgrass, 1935).

El ventrículo de un canal alimentario típico de homóptera consiste de tres partes. El primero es una expansión anterior situada inmediatamente detrás de la válvula estomodeal y está encerrado en la cámara de filtro; el segundo es un saco en forma de buche que sirve como reservorio de almacenamiento; y el tercero es una sección larga, tubular que constituye el estómago funcional del insecto. Este retorna anteriormente a la cámara de filtro y se abre en un intestino proctodeal en el punto donde salen los tubos de Malpighi (Snodgrass, 1935).

4.3. TRANSMISION POR AFIDOS

Los áfidos son insectos que pertenecen al orden Homóptera, familia Aphididae y son el grupo más grande entre los artrópodos que transmiten virus a las plantas.

Las especies de áfidos no solamente se diferencian en su morfología y habilidad para transmitir virus, sino también en su polimorfismo, ciclo de vida y comportamiento, aspectos éstos que dependen del medio ambiente al cual ha sido expuesto el áfido vector ó de la hembra

que le dió origen. Los áfidos pueden ser alados o ápteros, machos o hembras. Las hembras pueden ser ovíparas o partenogenéticas vivíparas que producen asexualmente formas jóvenes vivas (ninfas).

En el trópico, la reproducción de los áfidos es permanente y no se producen machos, ni las hembras ponen huevos. Las generaciones son partenogenéticas y sólo hay migración de huéspedes primarios hacia secundarios a través de la producción de formas aladas. Las poblaciones que se producen por este sistema son muy altas y la dispersión ocurre por carencia de alimento o aglomeración en las colonias.

4.3.1. Virus no persistentes transmitidos por áfidos.

La no persistencia varía en tiempo de acuerdo con el virus, el vector, la actividad biológica del vector y aún es posible que factores ambientales tales como temperaturas, humedad relativa, fotoperíodo también incidan en ello. Esa mayor o menor persistencia ha llevado a algunos autores a considerar esos virus como semipersistentes: Semipersistentes, pocas horas: pocas ; no persistentes, pocos minutos. El virus se pierde con la muda del insecto.

Período de adquisición. Este período en áfidos, es corto (1-2 minutos). Entre más corto sea el período de adquisición, mejor será la eficiencia de transmisión; con períodos largos se hace menos eficiente o puede no haber transmisión.

Persistencia. El virus permanece viable en las ranuras del es-

tilete por pocas horas y su persistencia allí es menor que la longevidad in vitro.

Período de inoculación. Es corto. Se repite el mismo fenómeno del período de adquisición: la inoculación se realiza cuando el áfido prueba huéspedes y en consecuencia no hay saliva. Cuando se alimenta hay secreción de saliva, inhibiendo el proceso de infección. El proceso alimenticio se realiza después de varias pruebas.

PVY es el virus no circulativo más importante de la papa y es transmitido por varias especies de áfidos incluyendo algunos que no se alimentan de papa. Myzus persicae (Sulzer) es el vector más conocido, sin embargo hay otras especies, entre las cuales se encuentran las siguientes:

Aphis nasturtii, A. fabae; A. gossypii; Macrosiphum euphorbiae; Cavariella pastinaceae; Myzus certus; M. ornatus y Rhopalosiphum padi.

4.3.2. Virus circulativos transmitidos por áfidos

El insecto requiere períodos más o menos largos de adquisición y de inoculación. Hay un período de incubación que dura desde una hora hasta varios días. El virus no se pierde con la muda del insecto y es posible que de acuerdo con la cantidad de virus tomada, lo transmita hasta su muerte.

PRLV es posiblemente la enfermedad de origen viroso más impor-

tante de la papa y éste es el único ejemplo de virus circulativo. Es persistente pero su propagación en el vector no ha sido establecido en una forma concluyente. M. persicae es la especie vectora más eficiente. Otros áfidos que pueden transmitir PRLV son: M. euphorbiae, A. circunflexum, A. solani y A. nasturtii.

4.3.3. Afidos registrados en Colombia como plagas de Papa

AFIDO	ENFERMEDAD VIROSA
<u>Aphis fabae</u>	Mosaico común del fríjol. Mosaico amarillo del fríjol. Mosaico del pepino. Mancha Negra anular del repollo. Mosaico de la dalia. Mosaico de la soya. Enanismo amarillo de la cebolla. Mancha anular de la papaya. Enrollamiento de la hoja de la papa. Virus de la papa Y. Enanismo del tomate.
<u>Aulacorthum solani</u>	Mosaico amarillo del fríjol. Mosaico de la remolacha. Mancha negra anular del repollo. Mosaico del Apio. Enanismo amarillo de la cebolla. Mosaico del guisante. Enrollamiento de la hoja de la papa.

AFIDOS

ENFERMEDAD VIROSA

Aphis gossypii

Mosaico de la papa, Virus A y Y de la papa, Mosaico de la soya, Moteadura del tabaco, Enanismo del tomate.

Mosaico del banano, Mosaico con del fríjol, Mosaico de la remolacha, Mancha negra anular del repollo, Mosaico del apio, Mosaico de la crotalaria, Mosaico del pepino, Mosaico de la dalia, Enanismo amarillo de la cebolla, Mosaico de la papaya, Mosaico del enanismo del guisante, Mosaico de la soya, Virus Y de la papa, Mosaico de la caña de azúcar, Mosaico del rábano, Moteado de la fresa, Mosaico de la sandía.

Lipaphis erysimi

Mancha negra anular del repollo, Mosaico del pepino, Virus Y de la papa.

Macrosiphoniella sanbornii

Mancha negra anular del repollo.

AFIDOS

ENFERMEDAD VIROSA

Moteado del crisantemo. Virus B del crisantemo. Virus Y de la papa.

Macrosiphum euphorbiae

Mosaico del banano. Mosaico común del fríjol. Mosaico de la remolacha. Mancha negra anular del repollo. Virus B del crisantemo. Mosaico del trébol. Mosaico del caupí. Mosaico del pepino. Mosaico de la dalia. Mosaico de la soya. Rompimiento del tulipán. Mosaico de la lechuga. Mosaico del narciso. Enanismo amarillo de la cebolla. Mancha anular de la papaya. Enanismo del guisante, enrollamiento del guisante, mosaico del guisante. Mosaico de la pimienta. Enrollamiento de la hoja de papa. Virus A y Y de la papa.

Myzus ornatus

Mosaico de la coliflor. Mosaico del pepino. Mosaico de la dalia. Amarillamiento de malváceas, enanismo amarillo de la cebada, enrollamiento de la hoja de la papa.

AFIDOS

ENFERMEDAD VIROSA

Mysus persicae

Mosaico del guisante, Virus Y de la papa, Mosaico del rábano, Mosaico de la soya, Rayado de la fresa, Enanismo del tomate,

Mosaico amarillo del fríjol, Amarrillamiento de la remolacha, Mancha negra anular del repollo, Necrosis anular del repollo, Mosaico del clavel, Mosaico del apio, Virus B del crisantemo, Enanismo del trébol, Mosaico del caupí, Mosaico de la crotalaria, Mosaico de la dalia, Mosaico de la lechuga, Punteado de la hoja de maíz, Rayado de la fresa, Mosaico de la caña de azúcar, Mancha anular del tabaco, Rompimiento del tulipán, Enanismo amarillo de la cebolla, Mosaico de las orquídeas, Mosaico de la papaya, Mosaico del guisante, Enrollamiento de la hoja de la papa, Virus A-C y Y de la papa, Deformación

AFIDOS

ENFERMEDAD VIROSA

del tubérculo de la papa. Amari-
llamiento del rábano. Marchita-
miento del tabaco. Mosaico de la
soya. Enanismo de la espinaca.
Enanismo del tomate. Mosaico de
la sandía.

Nasonovia lactucae

Mosaico del coliflor. Mosaico del
pepino. Mosaico del fríjol. Mo-
saico de la remolacha. Mosaico de
la lechuga. Mosaico de la papa.

Rhopalosiphoninus latysiphon

Mosaico del pepino. Enrollamien-
to de la hoja de la papa.

4.4. TRANSMISION POR SALTAHOJAS

Con el nombre de saltahojas se abarca los miembros de las fami-
lias Cicadellidae, Fulgoridae, Membracidae y Cercopidae del orden Ho-
móptera. La mayor parte de los virus importantes transmitidos por es-
te grupo de insectos están dentro de los circulativos - propagativos,
al contrario de lo que se presenta con los áfidos.

Los virus propagativos se multiplican dentro del insecto vector.
El insecto requiere de un período de adquisición más o menos largo lo

mismo que para incubación e inoculación. Hay dos grupos de virus pro
pagativos: WTV y PYDV.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

4.5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BLACK, L.M. Transmission of plant viruses by cicadellidae. Advances in virus research, 1: 69-89, 1953.
2. BUSTILLO, A. y SANCHEZ, G. Los áfidos en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario ICA - Fondo Colombiano de Investigaciones científicas. Colciencias, Bogotá, ICA, 1977, 96 p.
3. FORBES, R. and H.R. Mac. CARTHY. Morphology of the Homoptera, with emphasis on virus vector. IN: K. Maramorosh. Viruses, vectores and vegetation, Interscience, New York, 1969. 211-254 p.
4. HOOKER, W.E. Compendium of potato diseases. Trad. Ames de Icochea, A. Michigan State Foundation. Lima, CIP. 1980. 142-144 p.
5. RADELIFFE, E.B. Insect pests of potato Annual Review Entomology. 27: 173-204, 1982.
6. SNODGRASS, R.E. Principles of insect morphology. New York, Mc. Graw-Hill, 1935. pp. 328-343.

5. CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS EN PAPA

Hugo Calvache Guerrero *

5.1. INTRODUCCION

La papa es uno de los cultivos más importantes dentro de la economía colombiana. Forma parte esencial de la dieta diaria de los habitantes de clima frío; absorbe en su producción la mayor proporción de mano de obra por unidad de superficie y presenta un crecimiento sostenido tanto en producción como en rendimiento, habiéndose calculado para 1980 en 2.092.000 toneladas, producidas en 153.000 hectáreas.

En la lista de insectos dañinos y otras plagas registradas en Colombia, se encuentran 57 especies que en una u otra forma se alimentan de la papa y le hacen algún daño; sin embargo, las plagas son relativamente pocas, cuya importancia económica las ha convertido a algunas de ellas, en un verdadero reto para los entomólogos de clima frío.

5.2. IDENTIFICACION

Las plagas más importantes son:

* Ingeniero Agrónomo, M.Sc. ICA. Centro Regional de Investigación Obonuco. Apartado Aéreo 339 Pasto.

Plagas del suelo:

Premnotrypes vorax (Hustache) (Coleoptera: Curculionidae)

Agrotis ipsilon (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae)

Feltia sp

Ancognatha sp (Coleoptera: Scarabaeidae)

Plagas del follaje:

Frankliniella tuberosi (Moulton) (Thysanoptera: Thripidae)

Myzus persicae (Sulzer) (Homoptera: Aphididae)

Macrosiphum euphorbiae (Thomas) (Homoptera: Aphididae)

Epitrix sp (Coleoptera: Chrysomelidae)

Conisotoma consuetata (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae)

Peridroma sp (Lepidoptera: Noctuidae)

Scrobipalpula absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)

Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)

Symmetrischema plaesiosema (Turner) (Lepidoptera: Gelechiidae)

Liriomyza cuadrata (Malloch) (Diptera: Agromyzidae)

plagas de almacenamiento:

Rhopalosiphoninus latysiphon (Davidson) (Homoptera: Aphididae)

Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae)

Symmetrischema plaesiosema (Turner) (Lepidoptera: Gelechiidae)

5.3. IMPORTANCIA ECONOMICA

El cultivo de la papa en Colombia, se desarrolla bajo condicio-

nes ecológicas muy variadas, entre 5 y 18° C de temperatura, a altitudes que oscilan entre 1,700 y 3,600 msnmy pluviosidades que van desde 500 a 2,000 mm. al año. Esto, desde el punto de vista entomológico, influye en la presencia y abundancia de los insectos plagas, de manera que no se puede generalizar su importancia para todas las zonas y para todas las especies.

Sin embargo, el gusano blanco, P. vorax, es la especie que se encuentra distribuída en toda la región del territorio colombiano donde se cultiva papa. Se considera que es una de las plagas más importantes del cultivo, teniendo en cuenta la amplia distribución, el daño que ocasiona al demeritar la calidad del producto y el alto costo y dificultad de su control.

Por su parte, la palomilla de la papa, Phthorimaea operculella, recientemente registrada en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Antioquia, los cuales representan en conjunto el 57.5% del área cultivada, se constituye en el problema actual mas importante para esas zonas y en peligro potencial para todas las zonas productoras del país. Por la capacidad de atacar cualquier parte de la planta, por las experiencias vividas en Boyacá y por las referencias que se tienen de otros países se trata de una plaga de especial cuidado.

La pulguilla, Epitrix spp, ampliamente distribuída, tiene mayor importancia económica a la emergencia de la planta, al alimentarse de los cogollos de las plantas que están iniciando su crecimiento. Aunque su control es relativamente fácil, es un factor que se debe considerar

dentro del proceso productivo por cuanto la presencia de esta plaga puede representar una pérdida del 80%.

Las demás especies inséctiles pueden presentarse esporádicamente bajo condiciones ecológicas o de cultivo especiales como es el caso de los trozadores, minadores y trips, en épocas de sequía; o se encuentran restringidas a ciertas regiones comparativamente pequeñas como en el caso de Symmetrischema plaesiosema (Turner); o adquieren importancia según el destino de la cosecha como los áfidos en la producción de semilla.

5.4. EVALUACION DEL DAÑO

Para establecer el nivel de una plaga en particular y para acertar en su control con alguna ventaja económica, debemos conocer el daño del insecto en el campo.

Hay diferentes métodos para la evaluación de plagas, y el método adoptado dependerá del tipo o clase de plaga y de las condiciones ambientales de la zona.

Trozadores (Agrotis ipsilon, Feltia sp).

La incidencia de trozadores se puede predecir si durante la primera rastrillada se observa muchas pupas o si la siembra se hace después de un período prolongado de verano; el porcentaje de plántulas trozadas, en un cultivo es un método eficiente para valorar el

daño.

La población de adultos se puede evaluar mediante trampas de luz. Sin embargo, su daño se puede prevenir en áreas donde se tiene historia de la presencia de chisa o al abrir lotes nuevos que antes estaban en pastos.

Gusano blanco (Premnotrypes vorax (Hustache)

El uso de trampas de agua puede suministrar alguna información acerca de la presencia y abundancia de adultos de P. vorax . En zonas de minifundio las poblaciones del insecto son mas altas y sus daños mas graves.

Pulguilla- toston - minador.

Por apreciación visual se puede valorar el daño de acuerdo a las siguiente escala:

Calificación	Observación
0	Sin daño
1	Muy poco daño
2	Poco daño
3	Daño generalizado (IUE) (Índice de umbral económico)
4	Daño fuerte (NDE) (Nivel de daño económico)

También con el uso de jama, mediante diez pases dobles, se puede conocer el nivel de la población.

Muques de la papa (Peridroma sp)

Por el número de larvas por planta y el estado de desarrollo en que estas se encuentran se puede estimar el daño, es un comedor de hojas.

5.5. CONTROL

El programa de Entomología ha estudiado aisladamente cada uno de los problemas, en la forma como se han venido presentando, con el objeto de reunir la información necesaria para llegar a una o un conjunto de recomendaciones de control de cada una de estas plagas.

Dentro del proceso productivo es difícil cuantificar en forma aislada la efectividad de un buen control de plagas; sin embargo debemos aceptar que el promedio nacional de producción por hectárea ha subido y que este incremento se debe a la aceptación de la oferta tecnológica, la cual involucra todos los factores de producción, como variedades, fertilización, control de enfermedades, control de insectos, plagas, etc.

Estos promedios son más altos en regiones más productoras de papa, como Boyacá, Cundinamarca y Nariño, donde tiene mayor influencia los programas de investigación. Así por ejemplo en el departamento de

Nariño, este promedio ha subido de 9 toneladas/ha en 1972 a 15 toneladas /ha en 1982.

A medida que se ha avanzado en el conocimiento de la biología, ecología y diferentes sistemas de control de las principales plagas se ha llegado a un control integrado de plagas, con lo cual se ha reducido el deterioro ecológico de las zonas productoras, y el económico de los agricultores.

5.6. COMPONENTES DEL CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS EN PAPA

5.6.1. Prácticas Culturales

Para reducir el ataque de plagas mediante la manipulación de prácticas culturales es necesario conocer el ciclo de vida de insecto y el volumen de las poblaciones en sus diferentes estados.

Con base en lo anterior y teniendo en cuenta el control de las principales plagas se recomiendan las siguientes:

1. Utilizar semilla sana y procedente de sitios donde no hay plaga o se realicen prácticas eficientes de control.
2. Preparar bien el suelo. En suelos con terrones o con grietas es más fácil el ataque de "Palomilla" y "Gusano blanco". Esta práctica ayuda a controlar chisas y trozadores.

3. Controlar oportunamente las malezas.
4. Mantener el suelo con buena humedad. Con ésto se evita la entrada de la palomilla al tubérculo y facilita el crecimiento de microorganismos entomopatógenos que parasitan en forma natural a insectos del- suelo.
5. Hacer aporques altos. Al colmar la planta con tierra se evita el daño de gusano blanco, palomilla y minadores del tubérculo.
6. Cosechar oportunamente para romper el ciclo de las plagas del tubérculo y evitar el incremento del daño en el mismo.
7. Hacer rotación de cultivos.
8. Seleccionar las semillas y almacenarla en silos adecuados para ellos.

5.6.2. Control biológico natural

Se han encontrado varios agentes benéficos de plagas de papa, entre los cuales se enumeran los siguientes:

Huésped

Scrobipalpula absoluta

Agente benéfico

Elfia sp

Apaneles sp

A. gelechiidivoris

Chelonus sp

Huésped	Agente benéfico
	<u>Diadegma</u> sp
	<u>Diglyphus</u> sp
	<u>Euparacrias</u> sp
	<u>Halticoptera</u> sp
<u>Phthorimaea operculella</u>	<u>Apanteles</u> sp
<u>Myzus persicae</u>	<u>Scymus</u> sp
	<u>Chrysopa</u> sp
	<u>Mesograpta</u> sp
	<u>Allograpta argentipila</u>
	<u>Lysiphlebus testaceipes</u>
<u>Liriomyza quadrata</u>	<u>Opius</u> sp
	<u>Campoplex</u> sp
	<u>Euparacrias phytomyzae</u>
	<u>Halticoptera</u> sp
<u>Premnotrypes vorax</u>	<u>Paecilomyces</u> sp
	<u>Metarhizium anisopliae</u>
	<u>Bauveria bassiana</u>

5.6.3. Feromonas

El uso de trampas a base de feromonas ha sido experimentado con muy buenos resultados en el control de P. operculella en Boyacá y Cundinamarca. Respecto al gusano blanco se están adelantando estudios

básicos para conocer aspectos de la atracción sexual.

5.6.4. Resistencia de Plantas.

Esto es quizá el método más promisorio para reducir el ataque de plagas, bien sea por resistencia al ataque inicial, por antibiosis o por tolerancia.

En este aspecto vale la pena mencionar a Gibson quien encontró que los híbridos entre Solanum tuberosum L. y S. berthaultii (Haukes) presentan un mecanismo de resistencia por la presencia de pelos glandulares pegajosos que atrapan a los áfidos.

Dada la dificultad de encontrar tolerancia a un alto número de plagas, en la actualidad se adelantan estudios para conocer fuentes de resistencia a P. vorax y P. operculella.

5.6.5. Insecticidas.

No se puede descartar el uso de insecticidas en el control de plagas de la papa; lo importante es asegurar eficiencia con menores cantidades y menos peligro para el ambiente, que lo comúnmente usado.

Los insecticidas granulados son ecológicamente aceptados puesto que contaminan en menor grado el ambiente, se localizan donde son requeridos y no se acumulan. Su liberación puede ser controlada. Son menos peligrosos para el hombre, animales e insectos benéficos.

Los productos granulados a base de Carbofuran y Aldicarb son los únicos recomendados para el control de gusano blanco y si su aplicación se hace oportuna y correctamente, no hay necesidad de recurrir a

otros insecticidas en el transcurso del desarrollo del cultivo.

Por su parte existen otros pesticidas de baja toxicidad para abejas e insectos benéficos como Triclorfon y Perthane que pueden usarse para controlar brotes de las plagas para los cuales están recomendados.

En general, se debe recordar que los insecticidas clorinados tales como Aldrin, Clordano, Heptacloro, se aplican únicamente al suelo, incorporando con la última rasurilla, que no se debe aplicar polvos cuando hay vientos y posibilidad de arrastre; que no se debe ni se puede contaminar lagos, ríos, estanques y aguas en general; que se debe aplicar insecticidas sólo cuando la plaga y las circunstancias así lo requieran.

5.7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CALVACHE, H. Método de zarandas para detectar la presencia de adultos de gusano blanco de la papa, Premnotrypes vorax en el suelo. Revista Colombiana de Entomología (5). 1-2: 31-35. 1979.
2. _____ . Generalidades sobre la palomilla de la papa Symmetrischema plaesiosema (Turner). In: Seminario: La palomilla de la papa. Sociedad Colombiana de Entomología. Bogotá, SOCOLEN, 1982. p. 34-39.
3. _____ . y L. F. ALVARADO. El gusano blanco de la papa. Premnotrypes vorax (Hustache) y su control. Pasto, Instituto Colombiano Agropecuario, Reg. 5, 1980. 35 p. (Mimeografiado).
4. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Lista de parásitos, predadores y patógenos de insectos registrados en Colombia. Boletín Técnico No. 41, Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, 90 p.
5. _____ . Guía para el control de plagas. Manual de Asistencia Técnica No. 1. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, 4a. Ed. 1981.

6. LOPEZ, A. Biología y ecología de la palomilla de la papa.
Phthorimaea operculella (Zeller). (Lepidoptera; Gelechiidae),
In: Seminario: La palomilla de la papa. Sociedad Colombiana de Entomología, Bogotá, SOCOLEN 1982. p. 14-22.

7. R. DE SANABRIA, G. Resistencia de Solanum phureja a Myzus persicae: Metodología y criterios. Revista Colombiana de Entomología. (4) 3-4: 105-113. 1978.

8. RABB, R.L. and F. E. GUTHRIE. Concepts of pest management. Raleigh, North Carolina State University. 1970. 242 p.

9. YOUDEOWEI, A. and M. SERVICE. Pest and vector management in the tropics. London, Longman Group Limited, 1983. 399 p.

6. INTRODUCCION AL ALMACENAMIENTO DE PAPA

Ricardo Velásquez *

6.1. INTRODUCCION

En la presente charla se pretende comentar algunos puntos de orden general sobre almacenamiento que permitan formarse una idea acerca de algunos criterios que deberían tenerse en cuenta antes de tomar una decisión sobre la conveniencia de almacenar papa bajo determinadas condiciones,

El cultivo de la papa está ligado a la tradición agrícola que caracteriza a la zona Andina del departamento de Nariño.

Alrededor de 25.000 hectáreas se dedican al cultivo, de las cuales 11.000 se explotan en el área del Distrito de Ipiales, siendo atendidas por DPI 1.300 hectáreas en la actualidad. Esto implica una gran inversión de capital y requerimiento de más de tres millones de jornales al año.

La tecnología generada para el cultivo, desde el punto de vista

* Ingeniero Agrónomo, ICA, DPI. Distrito Ipiales.

agronómico, ha permitido ubicarlo a la vanguardia entre los productos de clima frío. Los agricultores han adoptado esa tecnología principalmente en lo que hace referencia a la utilización de variedades mejoradas, prácticas agronómicas y control de plagas y enfermedades, lo cual ha permitido que pequeños, medianos y grandes agricultores, logren producciones superiores a las 18 toneladas por hectárea.

Todas estas circunstancias nos llevan a determinar la importancia que tiene sólo un aspecto de la tecnología que conlleva el cultivo de papa, como es el almacenamiento de la semilla.

6.2. ASPECTOS AGRONOMICOS DEL CULTIVO DE LA PAPA

Se debe cultivar desde 1,400 a 4,000 msnm siendo la altura óptima para cultivos comerciales la que va entre los 2,500 - 3,500 msnm, las alturas marginales van de los 1,400 a 2,500 msnm y entre los 3,500 a 4,000 msnm.

Las alturas para producción de semilla van entre los 3,000 a 3,500 msnm debido a que ahí se encuentra la menor población de insectos transmisores de virus.

En Colombia la mayor área de cultivo de la papa está localizada en los Departamentos de Boyacá con 52,000 hectáreas. Cundinamarca con 47,000 hectáreas y Nariño con 25,000 hectáreas.

Existen en Colombia unas 30 variedades mejoradas de papa. Las épocas de siembra están sujetas al período de lluvias y donde éstas son definidas se siembra el 60% en el Semestre A y un 40% en el Semestre B. En el caso del Departamento de Nariño no hay época-definida ya que siembran durante todo el año, pero con una mayor proporción hacia los meses de Abril y Mayo en el Semestre A y Septiembre - Octubre en el Semestre B.

El período vegetativo depende de las variedades y la altura sobre el nivel del mar; es así que en alturas de 2.600 msnm el período vegetativo oscila entre los 5 y 5 1/2 meses y en páramos desde los 6 a 7 1/2 meses.

Los rendimientos promedios del cultivo oscilan entre los 14.5 - 15 toneladas por hectárea; con usuarios DRI, en el Distrito se ha obtenido producciones promedias de 18 toneladas.

Según el DANE el consumo promedio de papa es de 75 kg/cabeza año y en zonas paperas este consumo aumenta a 140 kg/cabeza año.

El cultivo de la papa, es uno de los que demanda mayor número de jornales, : se necesitan 110 jornales por hectárea.

6.3. ALMACENAMIENTO DE LA PAPA

6.3.1. Consideraciones Generales

El problema de la conservación de la papa es tan antiguo como su cultivo. Los Incas deshidrataban la papa por congelaciones sucesivas, aprovechando las condiciones ambientales del frío intenso durante la noche y el calor durante el día. Ellos extraían el agua del tubérculo hasta la sequedad y lo hacían con los pies, el resultado de esto era un producto llamado "Chuño", que podía ser almacenado indefini idamente. Aún este sistema es aprovechado en el Perú por la población indígena (3,9).

La investigación sobre los diferentes problemas del cultivo de la papa se ha venido desarrollando desde hace muchos años. Sin embargo, es interesante notar que la investigación sobre el comportamiento del tubérculo después de la cosecha y sobre su almacenamiento empezó únicamente a mediados de este siglo.

Los primeros trabajos en este campo fueron hechos principalmente en Estados Unidos, posiblemente como resultado de la influencia de la industria de procesamiento de papa.

A comienzos de 1950, de Jong comenzó la investigación experimental sobre almacenamiento de papa en Holanda dedicando gran parte de la atención al tubérculo y particularmente al amplio rango de enferme dades en el almacenamiento. Desde entonces el comportamiento de la papa después de cosechada ha sido objeto de innumerables estudios (6).

6.3.2. Necesidades de Almacenamiento

El almacenamiento de un producto es requerido únicamente en aquellas situaciones en que la duración de la demanda por éste excede el período de producción. En aquellas áreas en donde es posible la producción continua, una adecuada planificación de tal producción evita la necesidad del almacenamiento del producto (1). Dado que la producción continua es poco posible o practicable en muchos países, el almacenamiento se hace necesario para satisfacer la demanda del mercado y para proveerse de tubérculos semilla para la siembra siguiente.

Las necesidades de almacenamiento son determinadas, en cierto grado, por los requisitos totales y específicos del consumidor y por la magnitud duración y frecuencia de las cosechas. Estos factores, junto con los costos variables del almacenamiento y las condiciones sociales, hacen que las necesidades de almacenamiento se rijan de acuerdo a cada región específica (1).

La papa puede almacenarse en las zonas de producción y en orden de prioridades es necesario almacenar la semilla, la materia prima para el procesamiento y los excedentes de la papa para consumo (5).

6.3.3. Función del Almacenamiento

La función del almacenamiento en el caso de papa de consumo debe ser la de regular el movimiento de la papa en el tiempo. Debe satisfacer la demanda en el mercado moviendo la papa en una forma regular a

través de un período para hacerla fácilmente disponible (2).

En general, el almacenamiento debe encajar dentro del sistema Almacenamiento - Mercadeo; de no hacerlo no será utilizado en forma correcta y no cumplirá la función de abastecimiento de papa en una época posterior. (8).

Para almacenamiento de papa para semilla, deben considerarse los siguientes objetivos, según Rodríguez (7).

- Reducir al máximo las pérdidas ocurridas durante el almacenamiento.
- Lograr que los tubérculos - semilla se encuentren en las mejores condiciones físicas, fisiológicas y de sanidad al momento de la siembra.
- Garantizar el máximo retorno a la inversión realizada por concepto de construcciones, maquinaria, manejo, etc.

6.4. METODO Y CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

6.4.1. Manejo Previo al Almacenamiento

Considerando que los tubérculos deben ser almacenados por un corto o largo período, es absolutamente necesario tomar toda clase de cuidados durante la cosecha, transporte y clasificación, tendientes a evitar al máximo los daños mecánicos que se ocasionan por herramientas, golpes, etc. Generalmente las heridas, cortes, magulladuras y peladuras

constituyen los sitios de ingreso para los agentes patógenos.

Para disminuir los daños mecánicos es necesario cosechar tubérculos completamente maduros y suberizados. Las papas que no estén completamente maduras son las que muestran mayores daños mecánicos de bido a que la piel no ha suberizado al momento de la cosecha, de ahí la importancia de cosechar solamente papas fisiológicamente maduras.

Un factor importante a considerar es la temperatura del suelo al momento de la cosecha. El tubérculo tiene la misma temperatura que el suelo y cuando más frío se encuentra menor fuerza se requiere para ocasionar el rompimiento de la piel. En términos generales, la semilla no debe cosecharse cuando la temperatura del suelo es menor de 4 grados centígrados. Si el suelo está húmedo al momento de la cosecha debe procurarse el secado de la semilla antes de almacenarse.

Por otra parte, el almacenamiento debe garantizar que la composi ción química de los tubérculos sea mantenida con la calidad deseada. Respecto a esto se ha determinado que el clima y el suelo de las principales zonas productoras como la sabana y el páramo tiene influencia directa sobre composición química de los tubérculos y el contenido de materia seca. Papas cosechadas a más de 3.100 msnm (yema de huevo, moneerata), fueron de más difícil conservación que las cosechadas a 2.400 msnm ya que éstas registran mayor contenido de materia seca.

Otro factor a considerarse en el almacenamiento, es la Cicatrización, y tiene por objeto lograr cerrar las heridas sufridas por el tubérculo durante la cosecha y el transporte. Durante este proceso crecen capas de células corchosas en las superficies cortadas, formando una barrera de suber que preserva al tubérculo del ataque de microorganismos.

6.4.3. Pérdidas en el Almacenamiento

Durante el almacenamiento se llevan a cabo varios cambios en la composición del tubérculo, que en una u otra forma muestran ya sea cuantitativa o cualitativamente la diferencia entre el producto entrado al almacén y el que se saca para la siembra después de un tiempo dado de almacenado. Estas pérdidas son las siguientes:

- Pérdidas por brotación
- Pérdidas por respiración
- Pérdidas por evaporación
- Pérdidas por microorganismos.

Las principales enfermedades y sus agentes causales que frecuentemente causan pérdidas en el almacenamiento son:

- Gota (Phytophthora infestans)
- Rhizoctoniasis (Rhizoctonia solani)
- Escama plateada (Helminthosporium atrovirens)
- Roña polvosa (Spongospora subterranea)
- Pudrición seca (Fusarium spp)

- Dormidera (Pseudomonas solanacearum)
- Pata Negra (Erwinia atroseptica)
- Pudrición blanca (Erwinia carotovora)

Para minimizar las pérdidas ocasionadas por los factores que se acaban de citar, los tubérculos - semilla deben ser almacenados en ambientes secos y a bajas temperaturas. Después de cargar el almacén, tanto los tubérculos, como la tierra adherida a ellos deben estar secos.

Otros factores a considerar en el almacenamiento son:

La temperatura más aconsejable para almacenar semilla de papa es de 4°C a 5°C (5). Las variaciones de temperatura de almacenamiento, tienen un efecto directo sobre el período de reposo así:

10 a 20 grados centígrados, disminuye el período de reposo en 15%.
 10 a 5 grados centígrados, aumenta el período de reposo en 67%.
 10 a 3 grados centígrados, aumenta el período de reposo en 150%.

La humedad relativa más conveniente para la conservación de la semilla de papa debe ser de 85 a 90%. En ambiente seco las papas se arrugan debido a una rápida deshidratación de los tubérculos con consecuente pérdida de peso.

Métodos de almacenamiento, simples son efectivos en áreas con temperaturas moderadas, donde se almacenan pequeñas canti-

dades de papa por un período relativamente corto.

6.5. EL LOCAL DEL ALMACENAMIENTO

Conociendo la cantidad y la calidad de papa que se debe almacenar, por qué debe ser almacenada, por cuánto tiempo se la quiere almacenar y los climas interno y externo, hay que conocer cómo:

- Seleccionar y construir un almacén adecuado
- Manejar el almacenamiento de tal modo que las pérdidas sean mínimas y que se pueda atender la demanda, con papa de buena calidad a medida que se requiera.

Cualquier sistema de almacenamiento, por sencillo que sea, cuesta dinero. Debe elegirse aquel que rinda los mejores resultados a la inversión realizada, aunque técnicamente pueda ser igual o no al mejor sistema. El sistema elegido con frecuencia combina los requisitos técnicos con las limitaciones socio-económicas.

Dentro de las consideraciones técnicas que se deben tener en cuenta para la selección y construcción de las instalaciones de almacenamiento están:

- Tamaño de las unidades individuales
- Disponibilidad y costos locales de los materiales de construcción y de aislamiento.

- Electricidad
- Tiempo de almacenamiento requerido
- Condiciones locales de temperatura y humedad relativa

Las limitaciones socio-económicas comprenden:

- Inversión financiera disponible
- Estabilidad de precios en el mercado
- Disponibilidad de personal capacitado técnica y administrativamente.

Respecto al tamaño unidad de almacenamiento, debe ser suficientemente grande para recibir el volumen de una sola variedad de papa, cosechada y preparada para almacenamiento durante un período determinado.

Los materiales de construcción serán generalmente aquellos disponibles localmente a bajo costo.

La unidad de almacenamiento debe estar construida y dispuesta de manera tal que la papa pueda colocarse y retirarse con facilidad. La estructura de un local para almacenamiento de papa debe proveer tres requisitos principales: Protección contra el clima, Aislamiento adecuado y retención de la papa.

Quando mayor es el período de almacenamiento, mayor es el con

trol que se requiere sobre la atmósfera de almacenamiento para man
ner las pérdidas al mínimo.

6.6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BOOTH, R.H., SHAW, R.L. and HARMSWORTH, L.J. Almacenamiento de la papa para países en desarrollo. Centro Internacional de la papa, Lima. 30 p. (Mimeografiado). 1980.
2. BOOTH, R.H. and SHAW, R.L. Principles of potato Storage. Centro Internacional de la papa, Lima. 105 p. 1981.
3. DIAZ, D.D. Almacenamiento de papa en silos subterráneos. Instituto de Investigaciones Tecnológicas. Bogotá. 80 p. 1964.
4. ICA. El cultivo de la papa. Distrito de Transferencia de Tecnología Agropecuaria. Pasto - Ipiales. CRI - Obonuco DRI. 1979.
5. LUJAN, C.L. Principios básicos de almacenamiento. En el cultivo de la papa. ICA - Tibaitatá, 97 - 114 p. 1976.
6. PASTOVSKI, A. and A. Van Es. Storage of Potatoes. Center for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen. 1981. - 462 p.
7. RODRIGUEZ, A. Almacenamiento de papa. ICA - Tibaitatá, 12 p. 1981. (Mimeografiado).

8. SHAW, R.L. and BOOTH, R.H. Introducción al almacenamiento de papa. Centro Internacional de la Papa, Lima, 12 p. (Mimeografiado). 1980.

9. SOLA, M. Fisiología de la papa en almacenamiento. Centro Internacional de la papa, Lima. 11 p. 1978. (Mimeografiado).

7. SISTEMAS GENERALES DE ALMACENAMIENTO EN PAPA

Luis Alberto Peña *

7.1. INTRODUCCION

Al pensar en un sistema de almacenamiento en papa, se deben contemplar los siguientes objetivos: Reducir al máximo las pérđidas durante el almacenamiento; lograr que los tubérculos se conserven en las mejores condiciones físicas, fisiológicas y sanitarias y; garantizar el máximo retorno de la inversión en el producto en manejo, en uso del silo y otros gastos.

El almacenamiento de la papa, necesariamente debe ser enfocado teniendo en cuenta el uso que los tubérculos van a tener después. Desde este punto de vista surgen dos divisiones principales que son: almacenamiento de papa de consumo y almacenamiento de semilla de papa.

No obstante que algunos principios básicos son aplicables tanto a la papa de consumo como a la semilla, existen también diferencias esenciales en las condiciones de almacenamiento que deben ser tenidas en cuenta, dependiendo de la utilización que se va a dar a los tubérculos después del almacenamiento.

* Ingeniero Agrónomo, ICA, Distrito Ipiales.

En el presente artículo, se pretende mostrar algunos aspectos generales sobre los sistemas ó métodos de almacenamiento en papa que pueden ser caracterizados ya sea como almacenamiento de campo ó como edificios construídos para almacenamiento (almacenes). El almacenamiento de campo puede consistir en recolección tardía de la cosecha o en almacenamiento en el suelo.

El almacenamiento en edificios construídos consiste en edificios adaptados para propósitos múltiples o edificios construídos para almacenar papa.

7.2. CONDICIONES DE LOS TUBERCULOS QUE SE VAN A ALMACENAR

Al almacenar papa hay que tener en cuenta ciertas características y condiciones de los tubérculos, sin lo cual no se puede obtener el éxito deseado, como son:

Las situaciones bajo las cuales se desarrolló el cultivo influyen en el comportamiento de la papa almacenada, suelos pesados y mal preparados incidirán en dificultades para las prácticas culturales y la cosecha, lo cual ocasionará daños mecánicos y pérdidas de calidad de los tubérculos a almacenar; por otra parte papa abonada con exceso de Nitrógeno o cultivada bajo riego se deteriora con facilidad en almacenamiento debido a que la corteza de los tubérculos es más tierna.

Cada-variedad-posee características diferentes de conservación,

por eso no es conveniente almacenar mezcla de variedades.

A través de las heridas de los tubérculos penetran microorganismos que provocan pudriciones, por este motivo antes de almacenarlos es necesario que se produzca la suberización o formación de células de corcho en el tejido lesionado, lo cual constituye una barrera a la penetración de microorganismos que provocan pudriciones. La suberización demora de 10 - 14 días en condiciones óptimas como son: 90% de humedad relativa, 15% de temperatura.

Almacenar tubérculos completamente maduros, los inmaduros son más susceptibles a lesiones, pudriciones y pérdidas de evaporación y respiración.

No se justifica conservar un producto de mala calidad, papa con cortaduras y daño de insectos es preferible venderla inmediatamente antes que guardarla con gran posibilidad que se pudra y constituya un foco de infección del resto del producto.

La superficie de los tubérculos para almacenar debe estar seca; papas mojadas o con tierra húmeda adherida están más expuestas a sufrir pudriciones.

7.3. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SILO

7.3.1. Temperatura y humedad relativa

La temperatura y humedad relativa dentro del silo constituyen los factores ambientales más importantes en la conservación de la papa, siendo la temperatura más determinante. El ambiente interior del silo está influenciado por el ambiente exterior, el cual depende de los vientos, la lluvia, la humedad, las horas de sol y la temperatura máxima y mínima diaria. El ambiente interior se debe controlar de acuerdo con el propósito y el tiempo de almacenamiento de la papa, buscando conservar su calidad, eliminar o reducir el brotamiento y disminuir las pérdidas por evaporación, respiración o por microorganismos.

El ambiente interior se puede controlar mediante el empleo de materiales aislantes al calor en la construcción de las paredes y techo del silo y utilizando uno o la combinación de los siguientes métodos; ventilación convectiva o natural, corriente de aire forzado y ventilación con aire enfriado artificialmente. Estos métodos se explican más adelante.

La humedad relativa óptima para almacenamiento de papa es de 90 a 95%. Humedad relativa alta favorece la condensación, lo que aumenta las posibilidades de pudriciones, humedad relativa baja produce deshidratación de los tubérculos debido a la diferencia de la presión de vapor (DPV) entre los tubérculos y el aire circundante.

Las condiciones óptimas de temperatura para almacenar papa para procesamiento son 10° C por períodos de 3 meses, y de 7 a 8° C por más tiempo. La mejor temperatura para almacenar papa de consumo directo es de 5 a 8° C por tiempo corto y de 4 a 5° C por más tiempo.

po. La papa almacenada a menos de 6° C, se endulza, necesitándose un período de desendulzamiento, dejándola durante dos o tres semanas a temperaturas de 15 a 20° C. El proceso envuelve la reconversión de parte de los azúcares en la respiración. No obstante, el recondicionamiento es rara vez completo y tiende a ser desigual. El endulzamiento tiene especial importancia en papas fritas pues las tajas se oscurecen en el proceso de fritado.

El endulzamiento por bajas temperaturas no debe confundirse con el ocurrido por envejecimiento de la papa que puede más bien incrementarse para temperaturas altas.

7.5.2. Ventilación Convectiva o Natural

El calor producido por la respiración de los tubérculos almacenados sube su temperatura y la del aire que los rodea, provocando corrientes convectivas dentro del montón. El aire caliente sale por encima del montón a una tasa que depende de la diferencia de densidad entre éste y la del aire ambiente frío, el cual fluye en reemplazo del aire caliente. Los silos deben tener compuertas para que el sistema de ventilación pueda ser abierto por la noche, siempre que la temperatura externa esté a 3 ó 5° C por debajo de la del montón de papa, y cerradas durante el día cuando la temperatura ambiente está por encima de la de la papa. Haciendo pisos falsos en los silos, colocando ductos por debajo del montón de papa o dejando suficiente espacio entre la papa y el cielo raso, se ayuda a la circulación del aire frío ambiente. En la ventilación natural se crea una diferencia

de temperatura entre la parte superior y la base del montón que es de unos 2° C por cada metro de profundidad del arrume, Figura 1.

7.3.3. Ventilación por Corriente de Aire Forzado

Este sistema de ventilación hace uso del aire frío ambiental, especialmente si está disponible por cortos períodos de tiempo durante el día. El sistema necesita ductos para conducción del aire distribuidos convenientemente dentro del sitio. La aireación puede ser continua o discontinua. La primera se caracteriza por tasas de ventilación más bajas que la segunda. La clase de ventilación escogida dependerá del número de horas durante las cuales hay aire de las condiciones requeridas y de la cantidad de aire necesario para mantener la temperatura interna que desee.

7.3.4. Ventilación con Aire Enfriado Artificialmente

Los sistemas apropiados para enfriar artificialmente el aire de los silos de papa son el de evaporación y el de refrigeración. Ambos funcionan más eficientemente con sistemas de distribución de aire forzado y de recirculación del aire, lo cual reduce considerablemente los costos de enfriamiento.

7.3.4.1. Enfriado por Evaporación. Aquí el proceso de refrigeración tiene lugar en algún tipo de evaporador o en un serpentín de enfriado. El sistema tiene la ventaja de disminuir la temperatura y aumentar la humedad del aire. No quiere decir esto último que el enfriado por

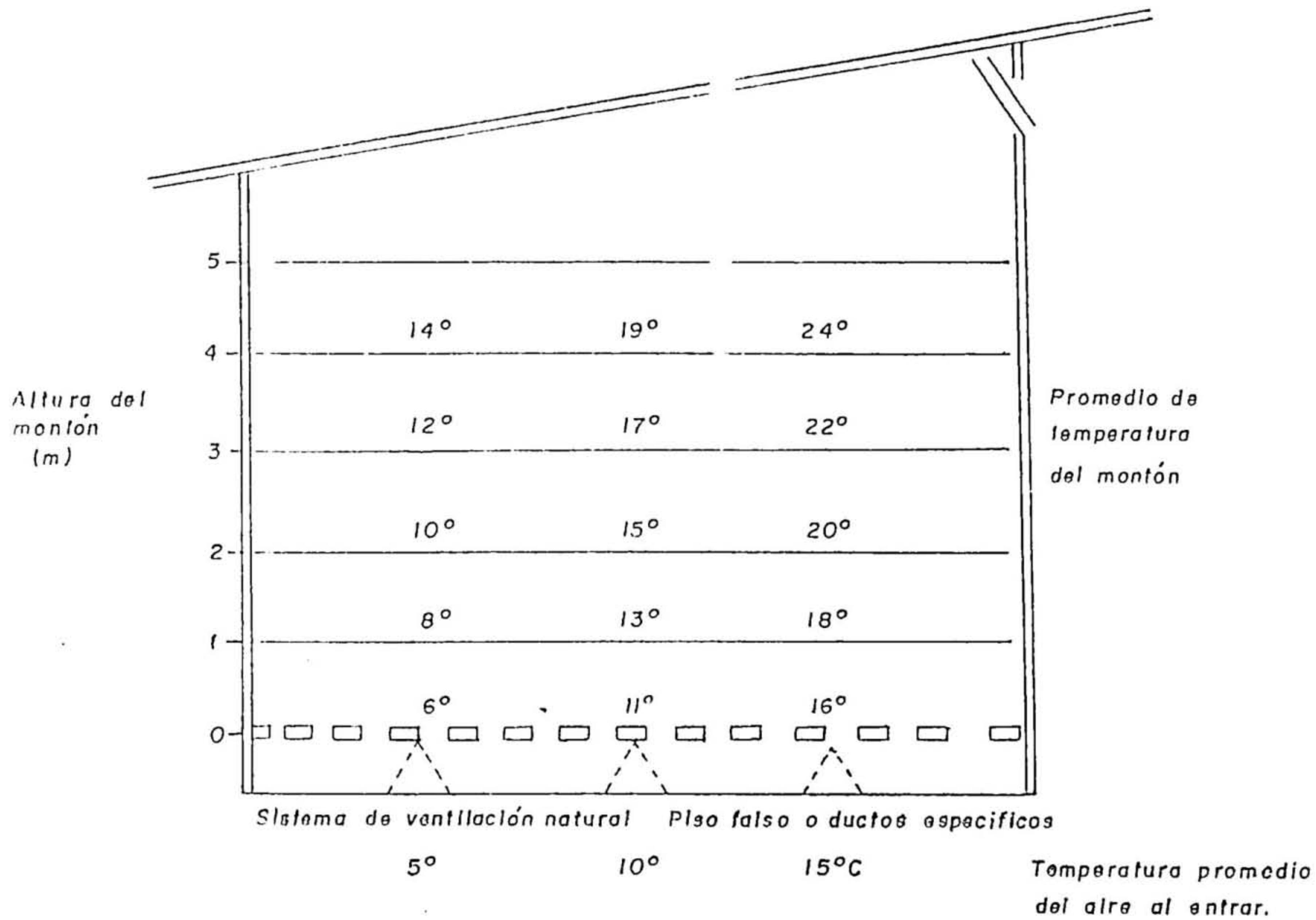


FIGURA 1. TEMPERATURA DE ACUERDO CON LA ALTURA DEL MONTON (m)

evaporación permita además de su objetivo principal obtener una humedad determinada en el silo,

7.3.4.2. Enfriado por Refrigeración. Es usado comúnmente para remover calor de un espacio de almacenamiento. El sistema consta de cuatro componentes principales que funcionan en circuito cerrado: el compresor, el condensador, la válvula de expansión y el evaporador. Figura 2. La refrigeración puede ser de expansión directa o indirecta. La de expansión directa está dentro del silo y tiene funciones de evaporador y de enfriador. La expansión directa se usa más en los silos de tamaño pequeño y mediano debido a que es simple y menos costosa que la expansión indirecta.

Este sistema tiene de distinto al anterior, en que el evaporador está inmerso en un medio secundario de enfriamiento que circula por medio de una bomba a través de enfriadores dentro del silo; el flujo de cada enfriador se controla automáticamente por una válvula. Este sistema tiene la ventaja de ser más flexible que el otro pues el enfriado se puede hacer directamente en donde es necesario y permite un control de temperatura más exacto.

7.3.5. Sistemas de Humidificación

Cuando el aire de ventilación tiene humedad relativa baja, se puede recurrir a un sistema de humidificación artificial o al sistema de enfriado por evaporación.

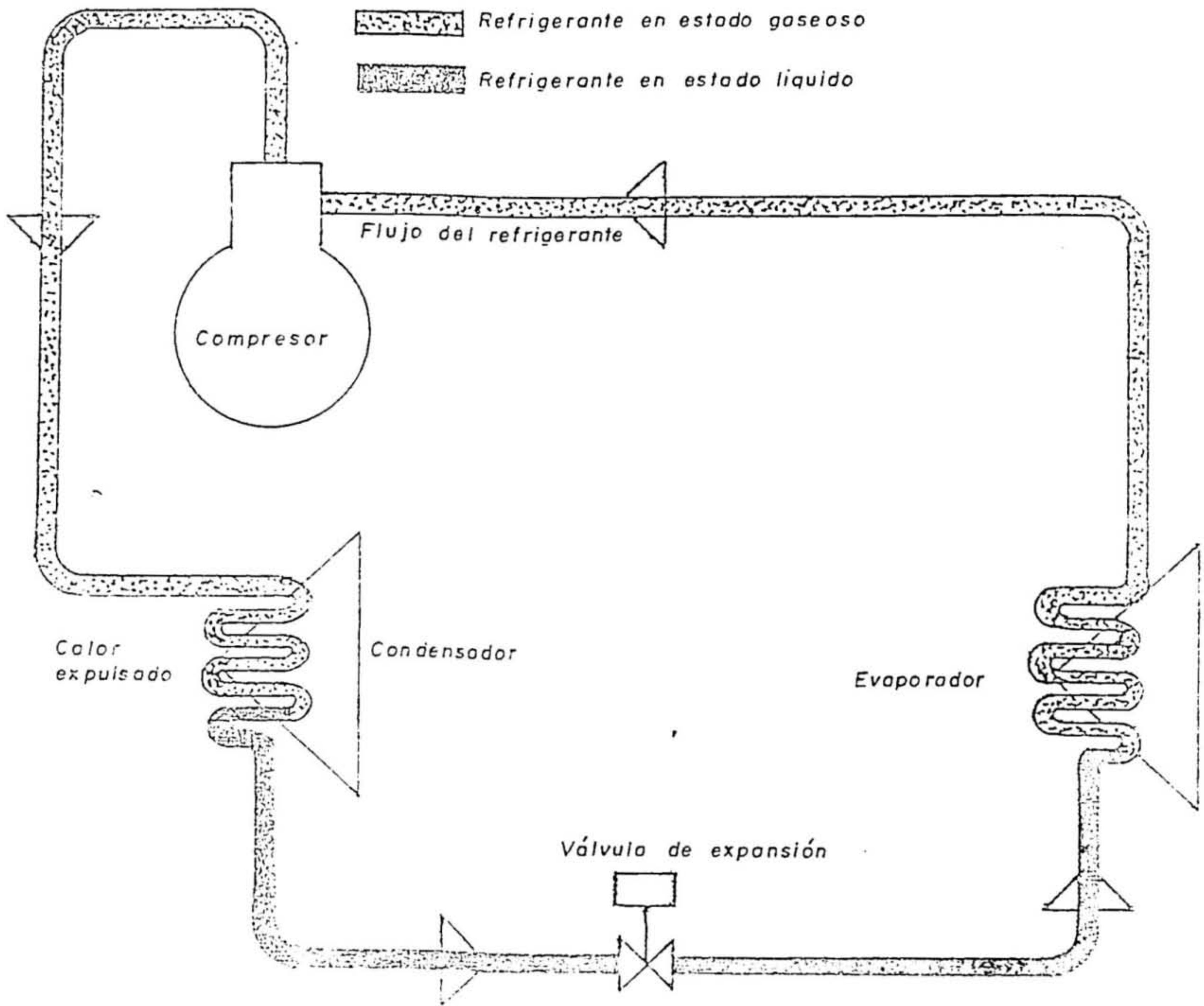


FIGURA 2. SISTEMA DE REFRIGERACION, DIAGRAMA GENERAL

Para suministrar humidificación artificial en silos con ventilación forzada, se introduce agua atomizada dentro de la corriente de aire del ventilador. Para más efectividad el agua puede ser presurizada, necesitándose del empleo de una bomba. Otras alternativas para humidificar son introducir vapor de agua al sistema de ventilación o colocar en el ducto principal de ventilación, humidificadores tales como Carbón vegetal o sacos de yute, a través de lo cual pasa agua continuamente.

En silos con ventilación natural, se puede hacer humidificación depositando agua por debajo del piso falso. También cuando el piso del silo es de tierra, ayuda mucho a subir la humedad relativa interior, humedeciéndolo antes de colocar la papa.

En cualquier silo se tiene mayor humedad relativa cuando está lleno a capacidad. Por lo tanto para lograr este efecto es mejor un silo pequeño lleno que uno grande ocupado hasta la mitad.

7.3.6. Recirculación del Aire

Es esencial la recirculación del aire en un silo refrigerado. El aire ambiente que puede estar por ejemplo a 20° C de temperatura y es enfriado a 4° C, después de pasar del montón de papa se calienta unos 2 o tres grados. Botar este aire sería antieconómico, por eso se debe recircular.

El aire se hace recircular utilizando una de estas tres formas:

- a) Ventilador y chimenea independientemente del ventilador principal.
- b) Ventilador principal de dos velocidades con ducto de recirculación.
- c) Un ventilador principal usado intermitentemente. Ver figura 3.

7.3.7. Distribución del Aire

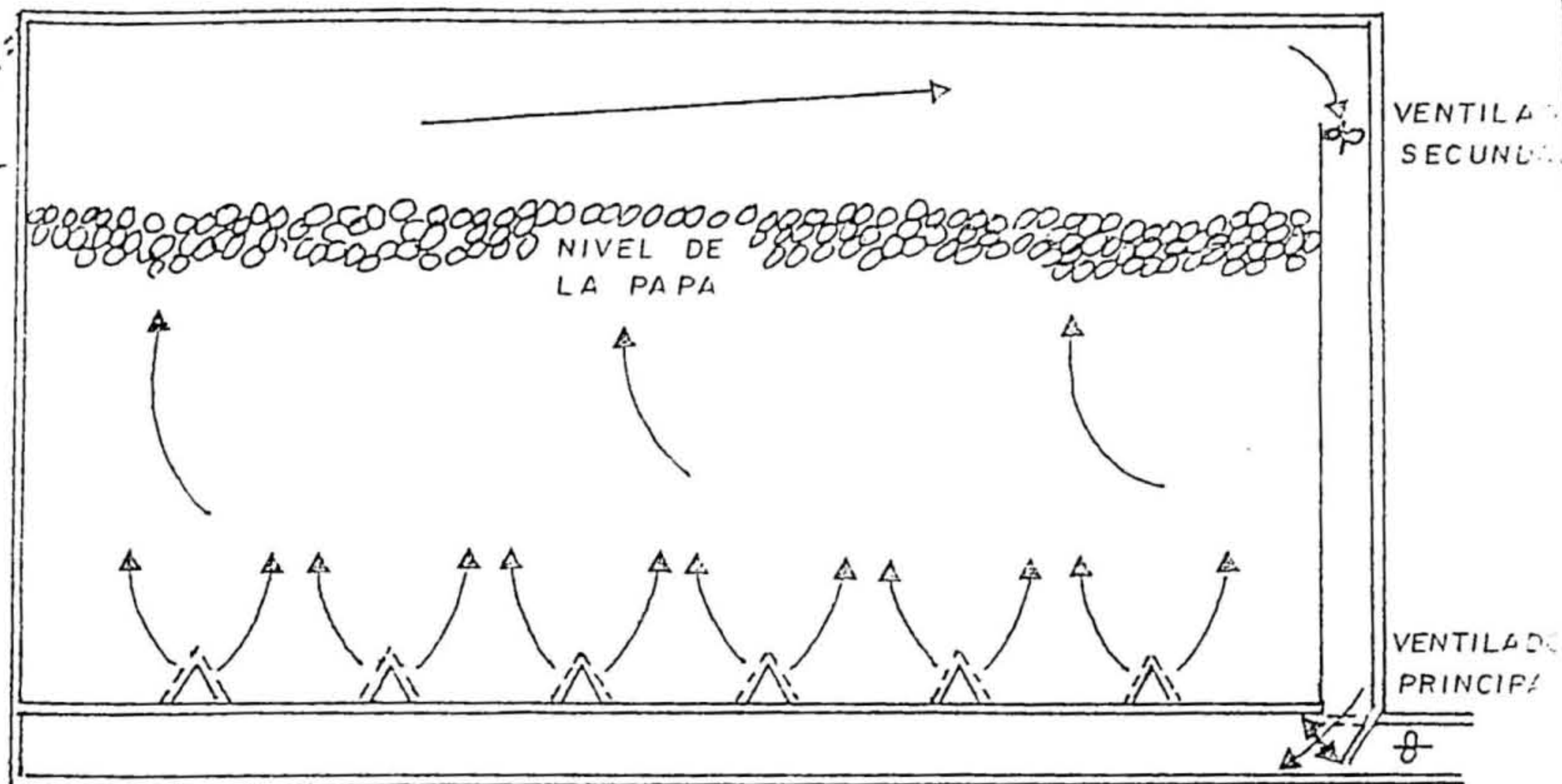
Sea cual fuere el sistema de ventilación usado dentro de la construcción, el aire introducido o recirculado debe fluir tan suave como sea posible a través de la papa. La distribución está en función de resistencia opuesta al flujo de aire por los tubérculos, tamaño y localización de los ductos, localización y tamaño de las aberturas de entrada y salida del aire. En ventilación y distribución de aire debe tenerse en cuenta que éste siempre toma la vía de menor resistencia.

7.3.8. Ductos de Ventilación

En silos pequeños con ventilación natural, es recomendable un piso falso de tablas con pequeñas separaciones para el paso del aire. En muchas otras circunstancias son necesarios ductos y usualmente se hace un ducto principal y varios laterales. Figura 4. En el ducto principal se apoya y trabaja el ventilador para alimentar los ductos secundarios que distribuyen el aire dentro del producto almacenado.

El ducto principal y los secundarios pueden ir por encima o a ni-

A



B

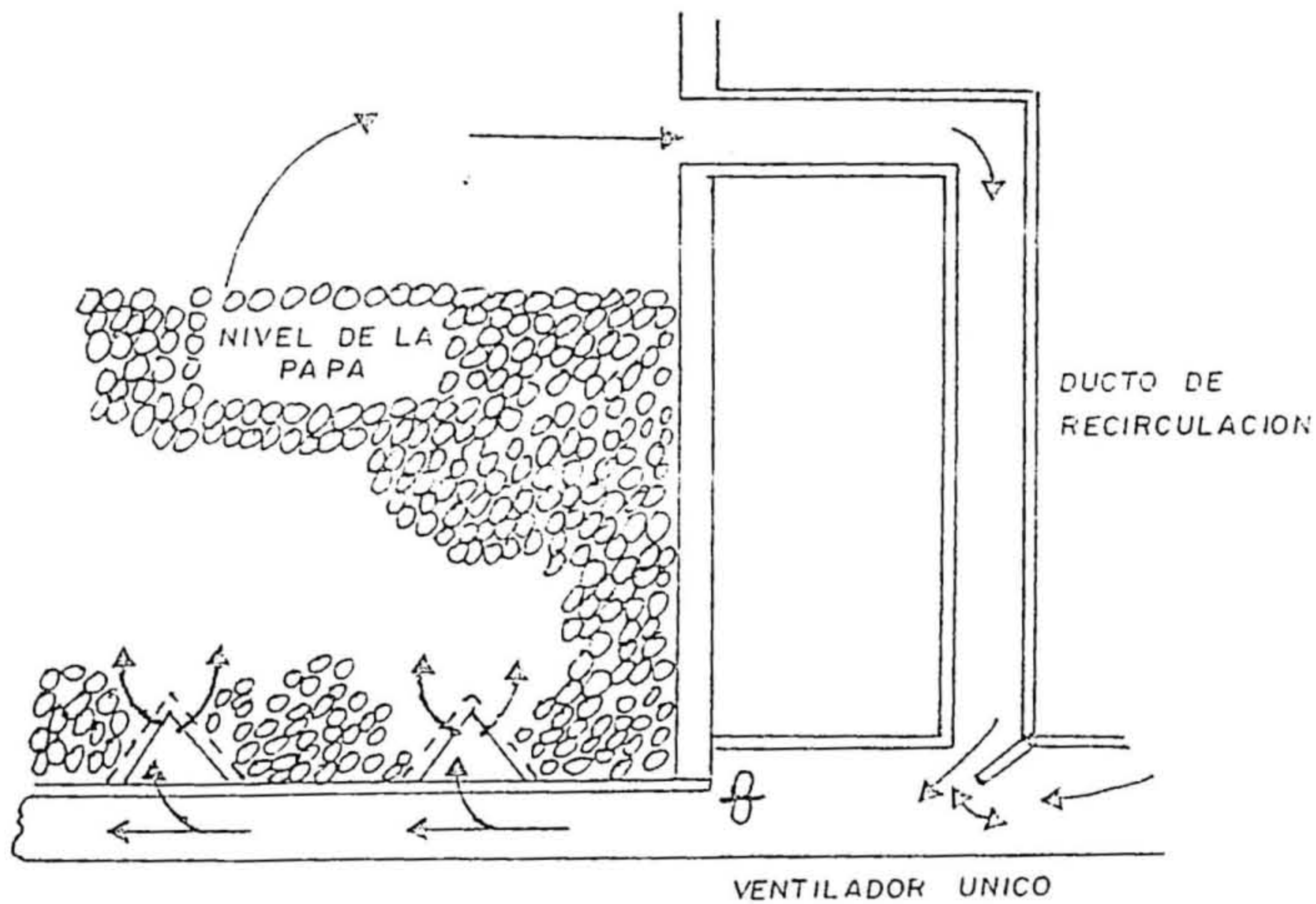
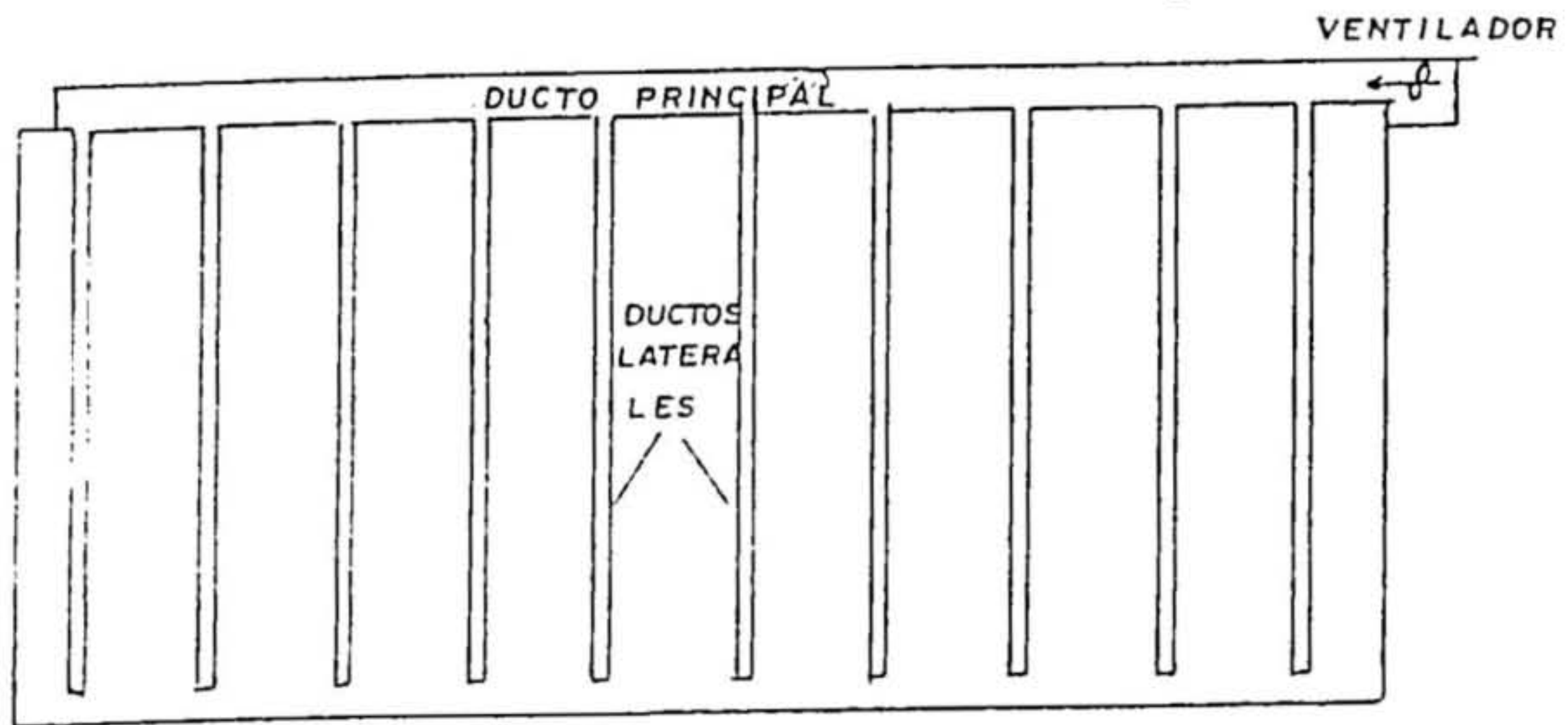


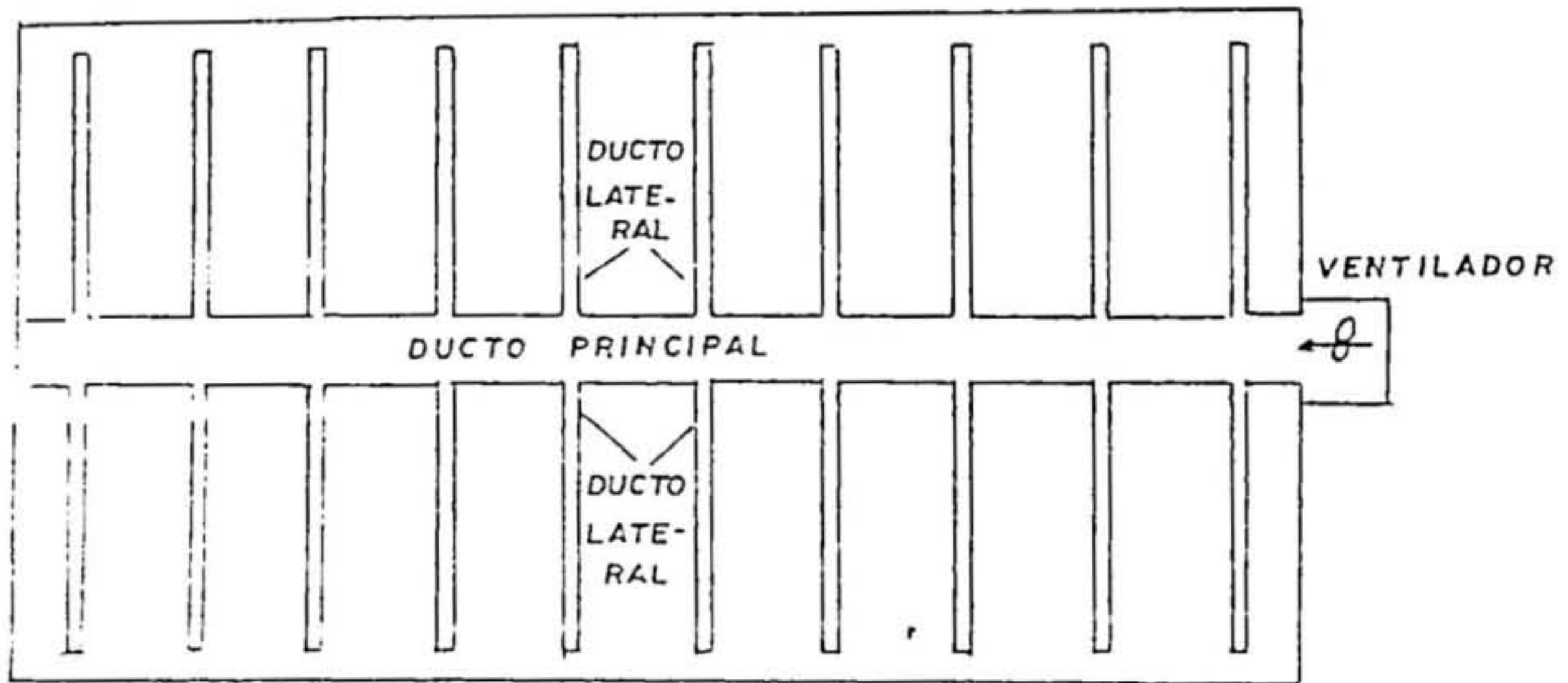
FIGURA 3. SISTEMAS DE RECIRCULACION DE AIRE.

A. VENTILADOR SECUNDARIO DE REFRIGERACION.

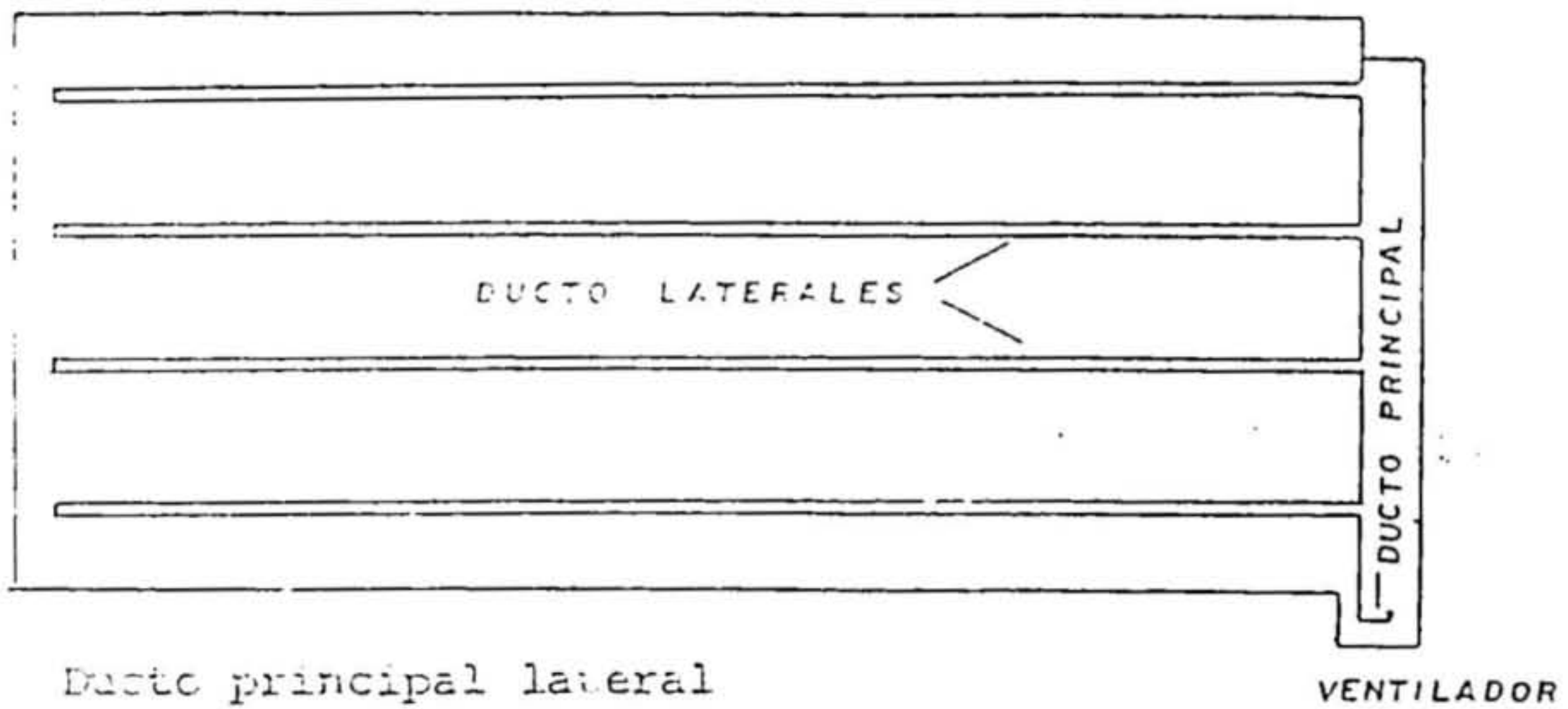
B. DUCTO DE RECIRCULACION



A. Ducto principal longitudinal



B. Ducto principal central



C. Ducto principal lateral

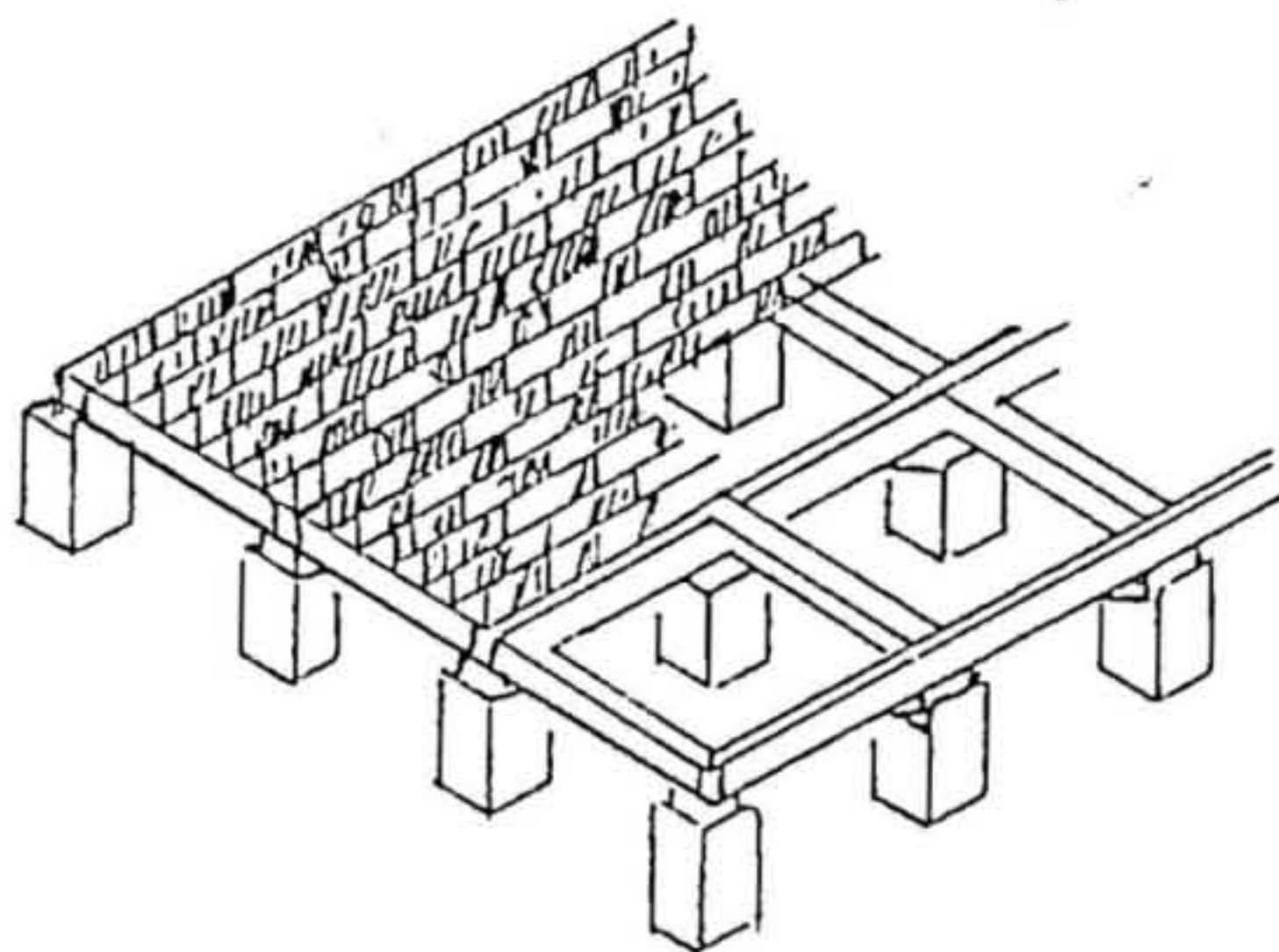
FIGURA 4. DIFERENTES SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE LOS DUCTOS SECUNDARIOS.

vel del suelo. No obstante, los ductos principales colocados por encima del nivel del suelo salen más baratos pues se construyen al hacer las paredes o forman parte de las divisiones del edificio.

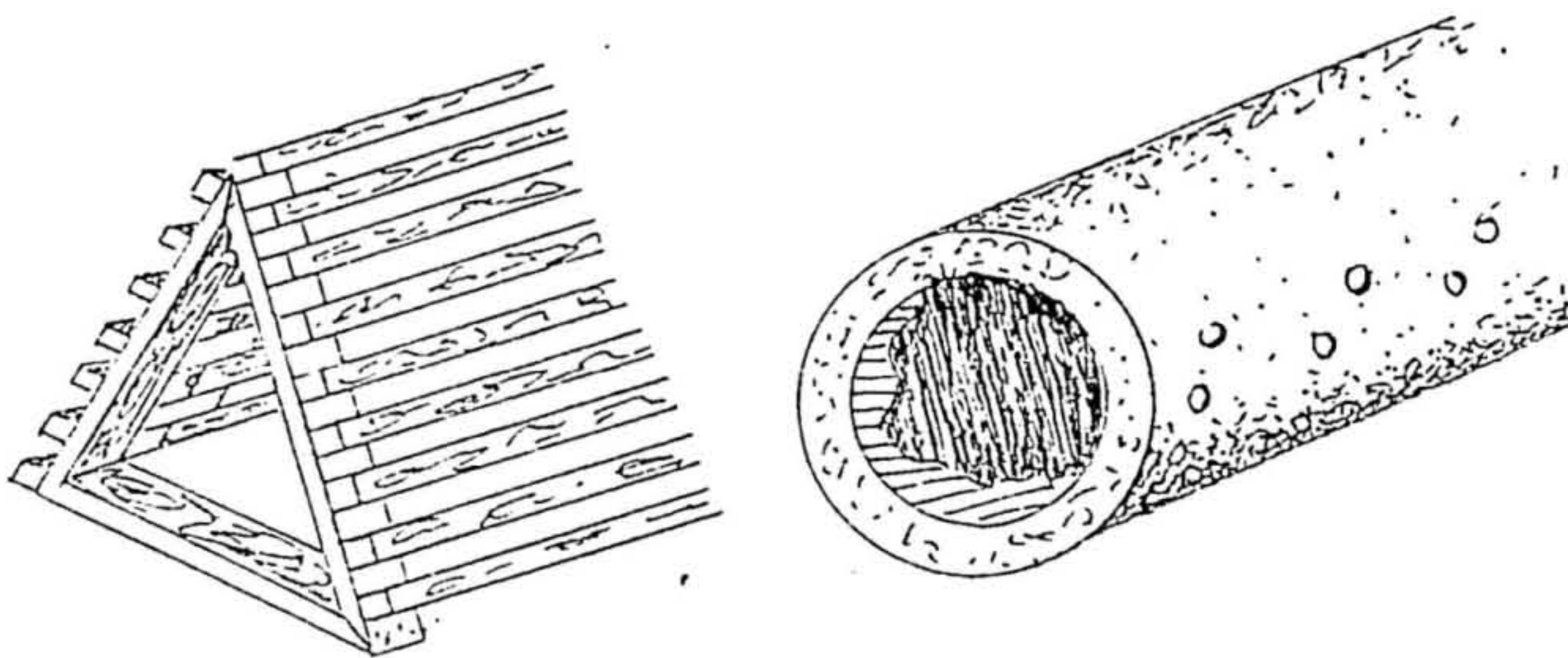
Tanto los ductos principales como los secundarios, deben ser rectos, sin obstrucciones, cualquier cambio de dirección del ducto se hace paulatinamente. Entre centros de ductos laterales no debe haber una separación de más de dos metros para evitar que la porción central de los tubérculos cercano al piso quede sin ventilar. Para mayor eficiencia, los ductos laterales no se hacen de más de 14 metros de largo. Como la tendencia del aire en los ductos secundarios es a salir por el extremo, la sección se va reduciendo hacia el final. Por esta misma causa, el ducto se termina 30 ó 45 cm. antes de la pared. Además, los montones de tubérculos almacenados a granel deben emparejarse, de lo contrario quedan zonas en la parte superior sin ventilación.

Los ductos secundarios como se dijo antes, puede ir bajo el nivel o por encima del piso, en el primer caso de sección rectangular y en el segundo triangular o circular (los de tubo con perforaciones) Figura 5. Cuando se almacena la a en sacos o cajas es mejor utilizar ductos subterráneos y éstos elementos ir distribuidos sobre los ductos en la mejor forma para que el contenido quede bien ventilado.

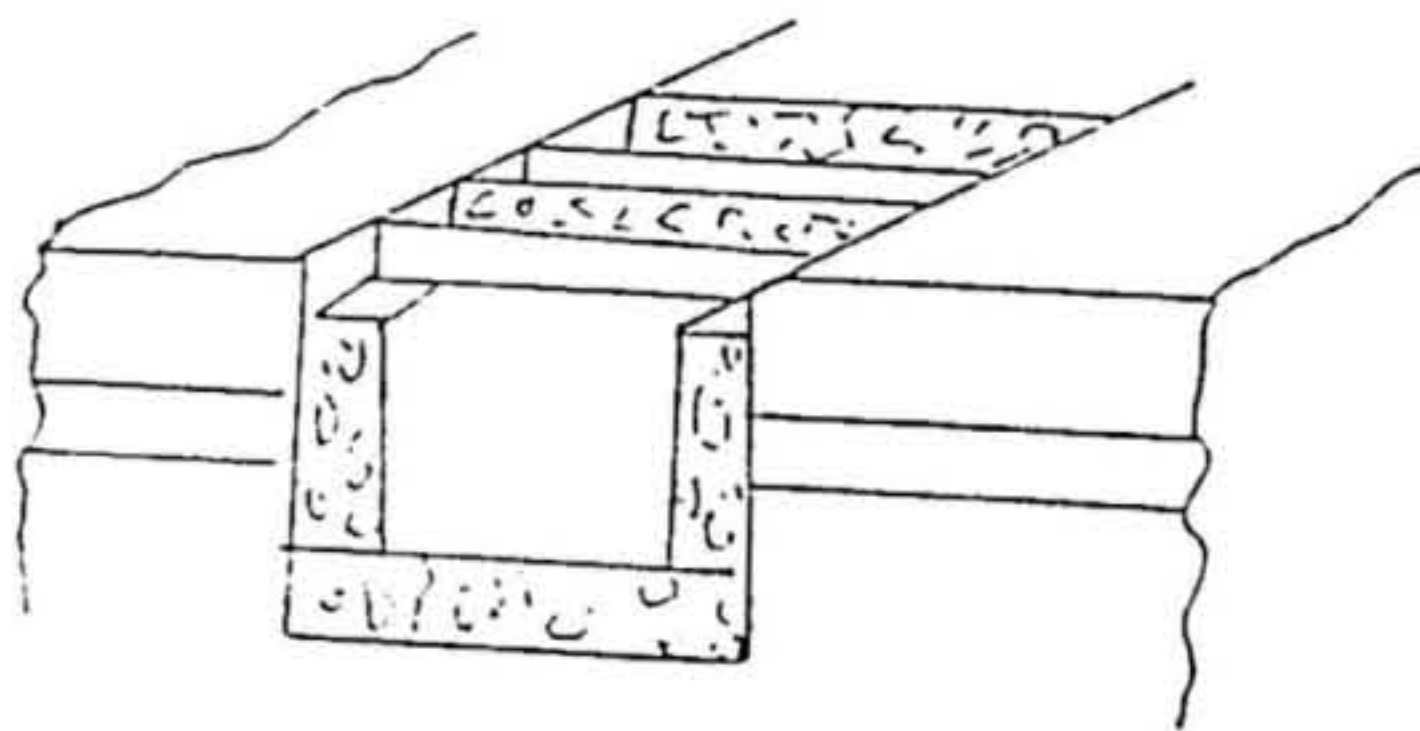
7.3.9. Tamaño de los Ductos de Ventilación



A. ESQUEMA DE PISO FALSO



B. DUCTOS LATERALES, TRIANGULAR Y DE TUBO PERFORADO; VAN ENCIMA DEL NIVEL DEL PISO



C. DUCTO LATERAL RECTANGULAR, BAJO EL NIVEL DEL PISO

FIGURA 5. PISO FALSO Y CLASES DE DUCTOS LATERALES

El tamaño de los ductos se basa en la velocidad del aire que se necesita en las varias partes del silo; ésta ha de ser máxima en el ducto principal y mínima en las aberturas de salida del aire del edificio. La velocidad del aire en el ducto principal debe estar entre 10 y 13 m/s, en los laterales no debe pasar de 10 m/s y en las aberturas de salida de 4 m/s.

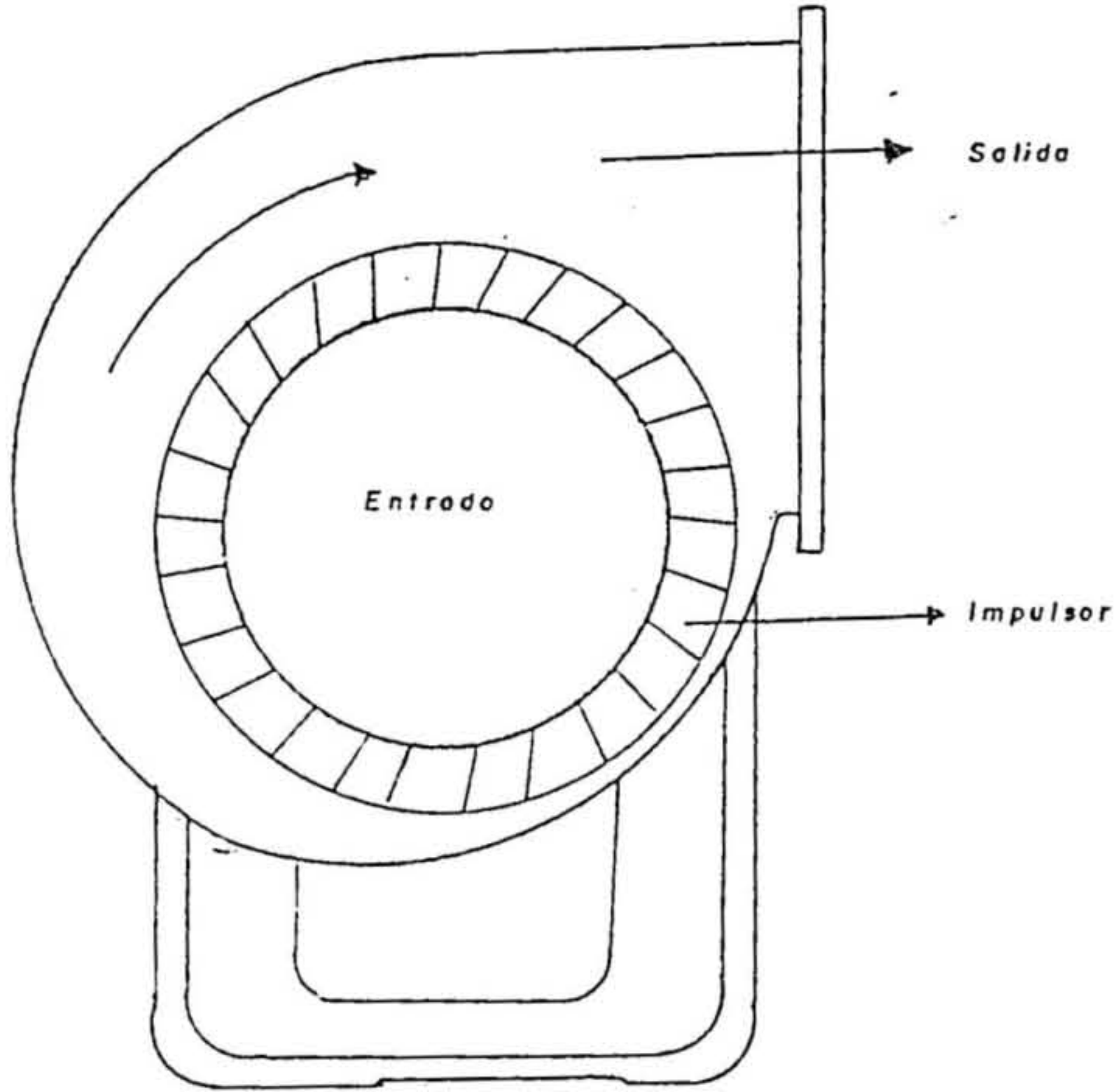
El área mínima de la sección de un ducto lateral debe ser de 1.3 mm² por tonelada de papa ventilada.

7.3.10 Ventiladores

Para usos agrícolas los ventiladores más apropiados son los axiales y los centrífugos. Figura 6. Los primeros se componen de una o varias hélices. Su nombre se debe a que la dirección del movimiento del fluido es paralela al eje. Este tipo de ventiladores permite vencer resistencias relativamente altas. En los ventiladores centrífugos el aire penetra paralelamente al eje de rotación y sale radialmente. Se caracterizan porque vencen resistencias elevadas a bajos caudales.

En la ventilación de silos de papa usualmente no se requiere alta presión del aire, pudiéndose utilizar ventiladores de flujo axial que son económicos, compactos y fáciles de instalar. Tienen las desventajas de ser ruidosos y de transmitir directamente a la corriente de aire el calor producido por el rotor. El ventilador centrífugo se emplea cuando se requiere un enfriado rápido de las papas o cuando

A.



B.

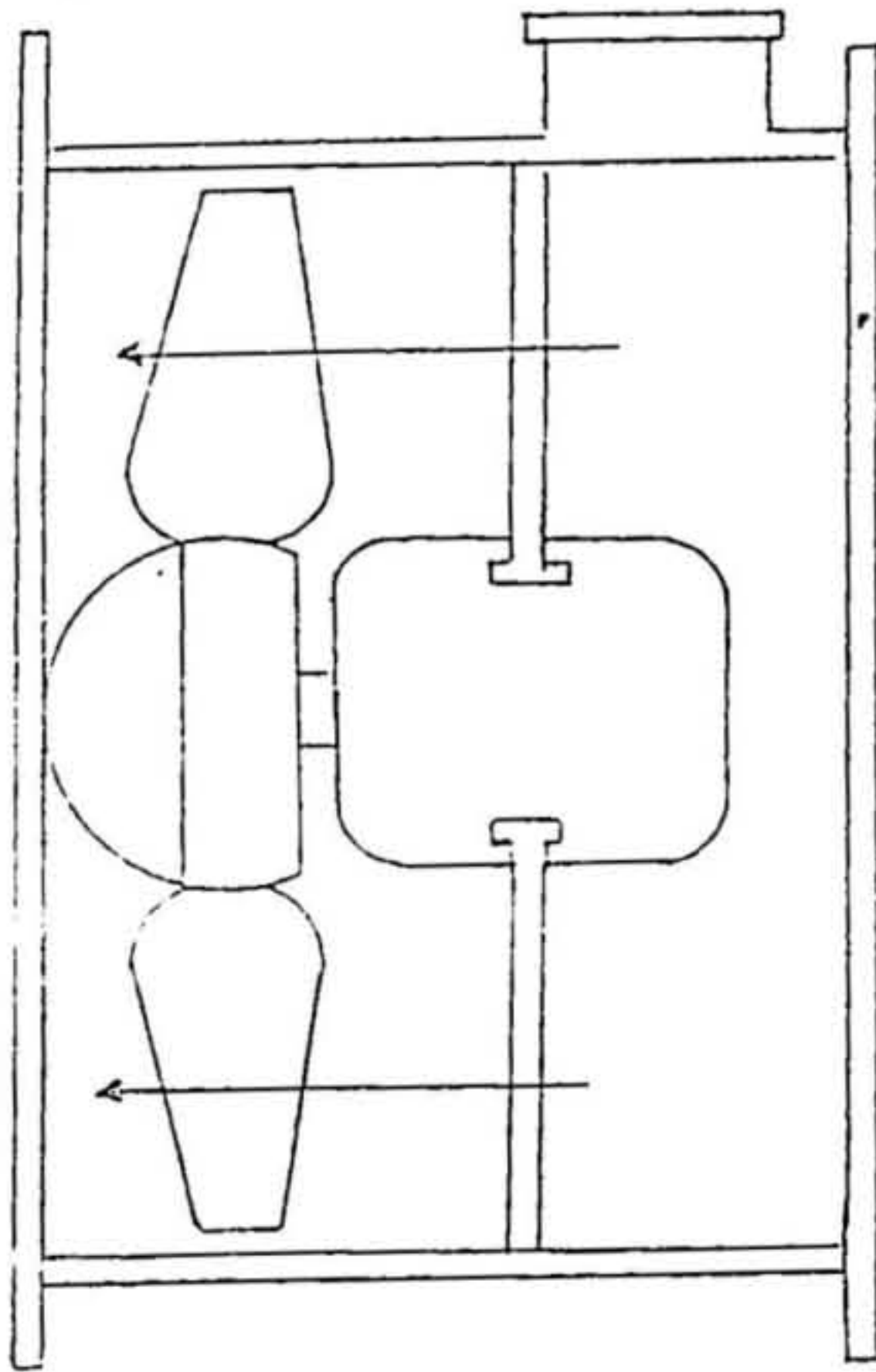


FIGURA 6. DOS TIPOS DE VENTILADORES.

A. CENTRIFUGO

B. DE FLUJO AXIAL

se necesita una tasa alta de ventilación. En los silos con ventilación natural, cuando ésta es deficiente se puede usar un ventilador extractor colocado en el techo de la edificación.

7.4. ESCOGENCIA DEL DISEÑO Y METODOS DEL ALMACENAMIENTO

7.4.1. Escogencia del Diseño del Silo

Cuando se va a escoger la clase y diseño de un silo de almacenamiento de papa es necesario tener la información sobre los siguientes aspectos:

Cantidad de papa a almacenar y por cuánto tiempo.

Características de las variedades como duración del período de dormancia y otras.

Número de variedades, calidades de éstas y sus cantidades que se van a cosechar normalmente.

Clima durante el almacenamiento.

a) Cantidad de papa y tiempo de Almacenamiento

La cantidad de papa determina el tamaño del silo. El tiempo indica el sistema de ventilación a utilizar. Almacenamiento por uno a tres meses posiblemente necesite un sistema de ventilación natural o de ventilación forzada. Almacenamiento por más de seis meses puede requerir ventilación refrigerada o el uso de inhibidores de brotación.

b) Características de las variedades

Si las variedades tienen período de dormancia corto, almacenamientos por más de tres meses necesitan ventilación refrigerada o uso de inhibidores de brotación.

Variedades con período de dormancia largo se pueden dejar 3 a 5 meses en silos con ventilación natural o forzada, donde la temperatura nocturna es inferior a 10° C por más de 8 horas al día.

c) Número de variedades y clases de cada una de ellas

Esto y la cantidad de papa que se cosecha semanalmente determinan el número y capacidad de las cámaras o compartimentos en los silos, porque la papa cosechada por semana de una variedad o clase determinada se puede revolver en almacenamiento.

d) El clima

Es fundamental el conocimiento del clima correspondiente al período en que se guarda, la papa, para definir el aislamiento al calor requerido en los silos, la clase de ventilación y si hay necesidad de humidificación.

7.4.2. Métodos de Almacenamiento

No hay un método absoluto de almacenar y manejar la papa, pues esto está relacionado con numerosos y continuos cambios técnicos so-

cioeconómicos y financieros.

En general silos simples son económicos y en muchas situaciones se puede tolerar un nivel más alto de pérdidas que en un sistema de almacenamiento costoso.

Al seleccionar el método de almacenamiento, su construcción y manejo se deben tomar las siguientes alternativas:

En el campo, retardando la cosecha.

En el campo, o cerca a la casa, en pilas o montones cubiertos con tamo y a veces con el suelo.

En silos de propósito múltiple, en edificios a los cuales se les hacen modificaciones apropiadas y en los silos construídos especialmente para almacenar papa.

7.4.2.1. Retardo de la Cosecha. Retardo de la cosecha o almacena-miento en el suelo puede tener éxito hasta por unos tres meses, depen-diendo del período de dormancia, de la variedad, del suelo, del cli-ma, enfermedades e insectos.

Cuando se va a retardar la cosecha, se corta el follaje y los tu-bérculos deben estar completamente cubiertos de tierra de lo contra-rio se verdean.

La temperatura debe estar entre 0 y 15^o C, temperaturas muy ba-jas causan congelación de los tubérculos y muy altas los sobrecalien-

se deterioran. Mucha lluvia produce pudriciones en los tubérculos pesados son causa de magulladuras. El sistema es ventajoso en cuanto a que es económico, la papa conserva su apariencia y se puede sacar cuando tiene buen precio.

2.2. Montones o Pilas. Esencialmente el sistema consiste en almacenar tubérculos amontonados cubiertos con capas intercaladas de paja y tierra. Los montones tienen diversas modificaciones en cuanto a su forma e inclusive a la manera de cubrirlos. Pueden estar localizados en las fincas o cerca a la casa de habitación.

Los montones longitudinales tienen de uno a tres metros de ancho en la base y las alturas que permite el ángulo de reposo de los tubérculos (usualmente el alto es la mitad o la tercera parte del ancho).

El largo del montón depende de la cantidad de papa que se quiere almacenar.

Capacidad de los montones de almacenamiento por m. de longitud, según el ancho:

Ancho de la pila (m)	:	1	1,5	2	2,5	3
Capacidad por m. de longitud (t).	:	0,14	0,31	0,56	0,89	1,26

Como la temperatura ambiente es alta los montones deben tener máximo 1,50 m. de ancho y disponer de buena ventilación; también ba-

En estas condiciones de temperatura, no se debe utilizar grandes montones circulares. La ventilación se hace colocando ductos por debajo de las pilas; si hay cubierta de tierra se coloca chimenea en lo alto de la pila, que puede ser un tubo cualquiera con perforaciones en la base. La sección del ducto es triangular o cuadrada. En los montones también se utiliza ventilación forzada colocando un ventilador a la entrada del ducto.

En los montones pueden ocurrir grandes pérdidas por pudriciones si no se toman las medidas necesarias para evitar la penetración de agua. El sistema tiene la ventaja de ser de bajo costo y adaptarse a diferentes condiciones.

7.4.2.3. Silos de propósito múltiple y adaptados

Las estructuras para diferentes propósitos de almacenamiento están acomodadas a otros usos y esto reduce las condiciones para un buen almacenamiento de papa. Los silos adaptados varían en su eficiencia, dependiendo del aislamiento de los materiales de construcción y de la ventilación. Son siempre menos adecuados que los silos contruidos especialmente.

7.4.2.4. Silos contruidos a Propósito para Almacenar Papa. Su tamaño depende de la cantidad de papa que se va a depositar.

debe ser de un solo cuarto o de varios y estar o no dividido en cuartos en cámaras. Cuando hay cámaras, cada una debe tener capacidad para la papa de una semana de cosecha, esto ayuda a facilitar las operaciones de curado o suberización, cargue y descargue.

Cada tonelada de tubérculo a granel ocupa entre 1.5 y 1.6 m³. Con ventilación natural convectiva, la pila de tubérculos no debe pasar de 2.0 m. de altura para evitar excesivo diferencial de temperatura en el montón; en donde la temperatura ambiente es alta la altura de la pila no debe pasar de 1.3 m. Con ventilación forzada acoplada a un sistema de refrigeración se recomiendan montones o pilas de 3.5 a 4.0 m. de altura. De la parte superior del montón al cielo raso debe haber un espacio de 1 m.

Si la papa se almacena en sacos éstos deben ser nuevos o estar limpios para que no sean fuente de contaminación de enfermedades e insectos. Los sacos ralos son más apropiados para almacenar la papa; no obstante, para transportarla del campo al silo es mejor emplear sacos tupidos para evitar daños debido al roce de los bultos.

El acceso y circulación fácil dentro del silo es una consideración importante en su diseño para agilizar las operaciones de llenado y desocupado de ellos.

7.2. DETALLES DE CONSTRUCCION Y MANEJO DE LOS SILOS CON LUZ DIFUSA NATURAL

Los materiales a utilizar en los silos dependerán de la disponibilidad local, el costo y el clima. Se recomienda una estructura simple de madera rolliza o de guadua. El piso de los estantes puede ser de varas delgadas, caña brava, esterilla de guadua u otros materiales apropiados, disponibles y económicos. El techo deberá ser en lo posible de un material aislante al calor, con aleros amplios para proporcionar sombra a las paredes y evitar luz directa del sol por períodos prolongados sobre los tubérculos almacenados. Un techo de paja es ideal para este propósito, en cuanto a que es aislante al calor y económico.

Las paredes que son transparentes, pueden ser de malla de alambre, nylon o plástico; láminas de plástico rígido y corrugado o de fibra de vidrio. Igualmente, se pueden utilizar para pared palos o guaduas delgadas y caña brava con separaciones entre sí de 5 a 10 centímetros. El plástico rígido y la fibra de vidrio son apropiados en regiones muy frías pero se debe disponer de buena ventilación. Si se presenta la polilla de los tubérculos, se recomienda una malla de nylon a prueba de insectos.

7.5.1. Tamaño y Capacidad de los Guacales

Los Guacales comúnmente utilizados para almacenamiento de semilla de papa a la luz natural o artificial son de madera y miden: 70 cm. de largo, 35 cms. de ancho, 20 cms. de alto (10 cm. de ancho de una tabla y 10 cm. que sobresale un trozo de madera rectangular de

cada uno de los ángulos del guacal), Figura 1. Los guacales tienen capacidad para unos 20 kgs de semilla y se superponen en arrumes de unas 15 unidades.

7.6. ALMACENAMIENTO DE SEMILLA CON LUZ ARTIFICIAL

En donde se puede controlar parcialmente la temperatura interna del silo de almacenamiento de semilla, aunque no lo bastante para controlar el crecimiento de los brotes se puede usar con ventaja la luz artificial. Esta se puede utilizar, mejor colocando entre arrumes de guacales soportes movibles con tubos fluorescentes dispuestos verticalmente. El ideal es colocar las unidades de iluminación en los pasadizos secundarios, una por cada dos arrumes de guacales. Pero ésto es costoso, sin embargo, se puede hacer economía ya que es posible utilizar una unidad de iluminación por cada 6 a los arrumes cambiándoles de lugar. De todas maneras, el número de estas fuentes de iluminación a utilizar dependerá del costo y la disponibilidad de tiempo para movilizarlas.

7.7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BOOTH, R.N. SHAW, R.L. Principles of potato storage. Lima, International Potato Center, 1981. 105 p.
2. MORALES, BERMUDEZ, M. Conceptos básicos sobre almacenamiento de papa, Lima, Centro Internacional de la papa. 1980. 9 p.
(Mimeografiado).
3. RODRIGUEZ, A. BOOTH, R.N. Almacenamiento de semilla de papa, En: Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá, ICA, 1979. 300 - 308 p.
4. TALBURT, W.T. SMITH, O. Potato Processing. Connecticut, the Avi Publishing Company, 1959. 475 p.

E. CONSTRUCCION DEL SILO RUSTICO

(Diseño original CIP)

Jaime F. Monroy V. *

LOCALIZACION DEL SITIO

1. Escoga el sitio donde se va a construir el silo, teniendo en cuenta de orientar el eje mayor en la dirección oriente-occidente. Figura 1.

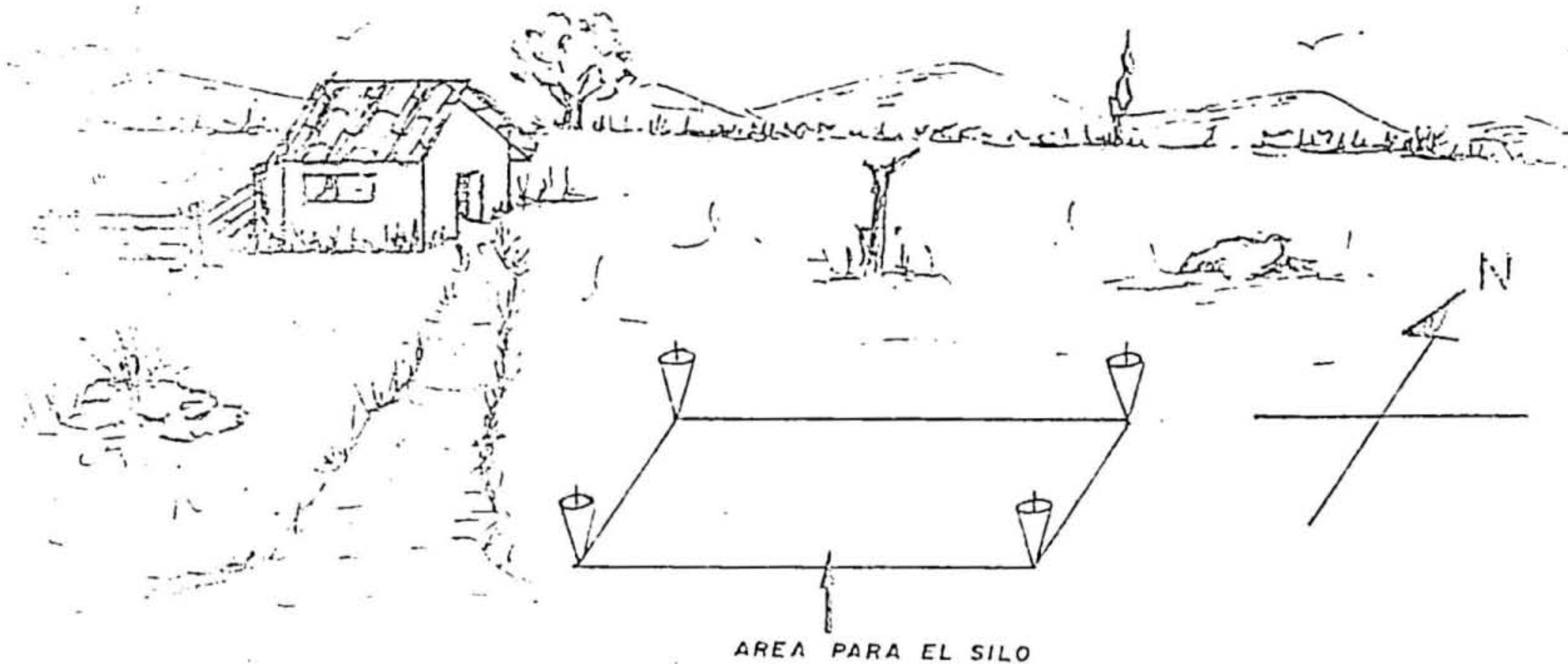


FIGURA 1. Orientación de la estructura con relación al norte.

* Ingeniero Agrícola. Programa Procesos Agropecuarios. ICA.

3. Las dimensiones del silo son de 1,5 m. de ancho, 7,5 m. de largo y 2,70 m. de alto. Es necesario ubicar los ejes para hacer los huecos (12), en donde irán las columnas empotradas.

3.2. UBICACION DE LOS EJES PARA LOS HUECOS

- a) Coloque cuatro estacas que formen un rectángulo y cuyos lados sean 7,5 y 2,0 m. Figura 2.

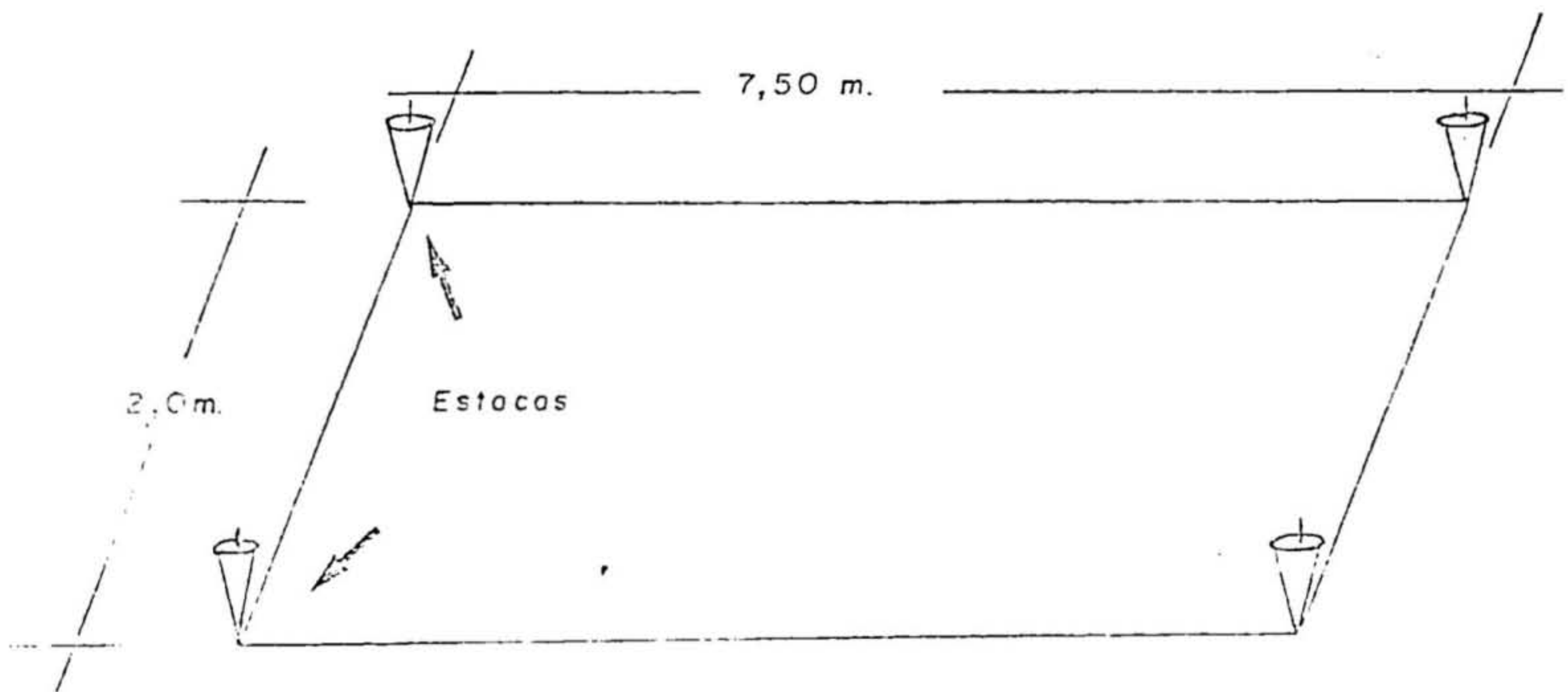


FIGURA 2. Colocación de las 4 estacas iniciales a 2,0 y 7,5 m.

- b) Al lado de estas estacas coloque en seguida otras cuatro estacas formando igualmente un rectángulo y cuyos lados sean 1,5 y 8,0 m. Figura 3.

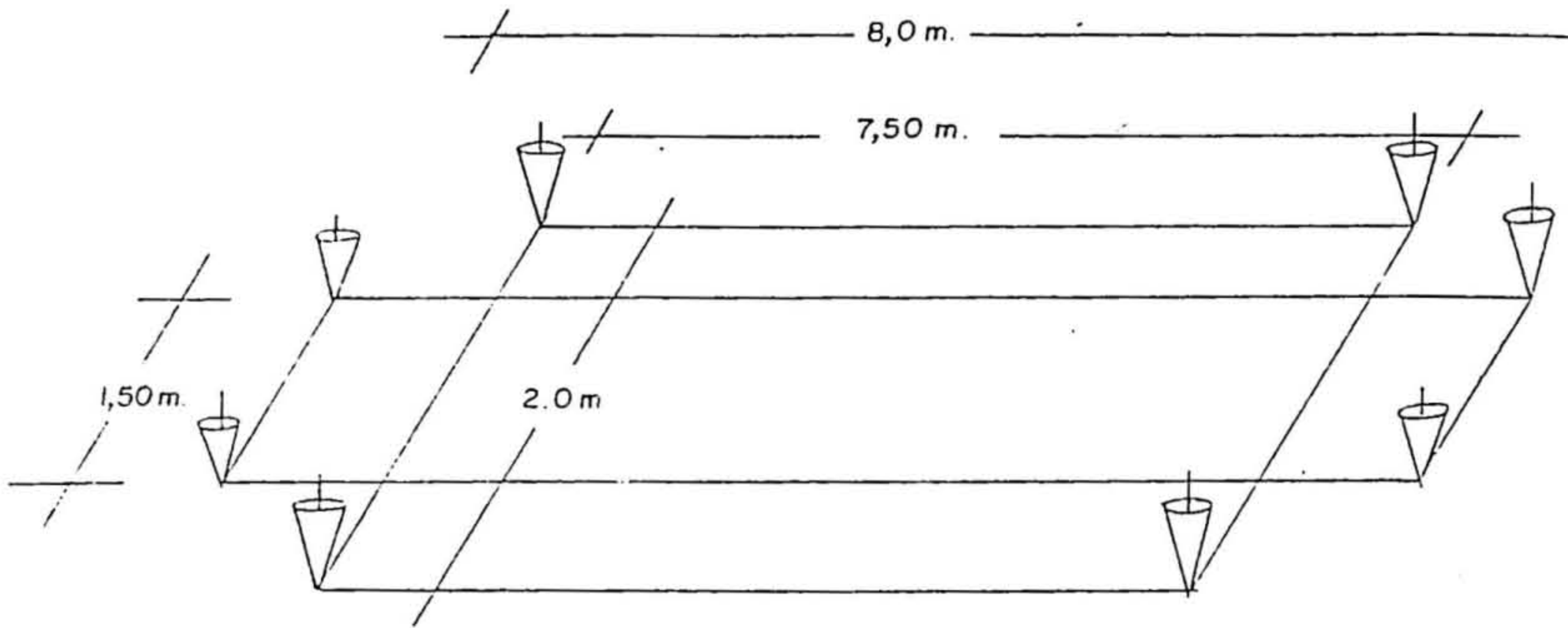


FIGURA 3. Colocación de las estacas a 1,5 y 8,0 m.

La Figura 4 muestra las 8 estacas en el terreno y la numeración de ellas.

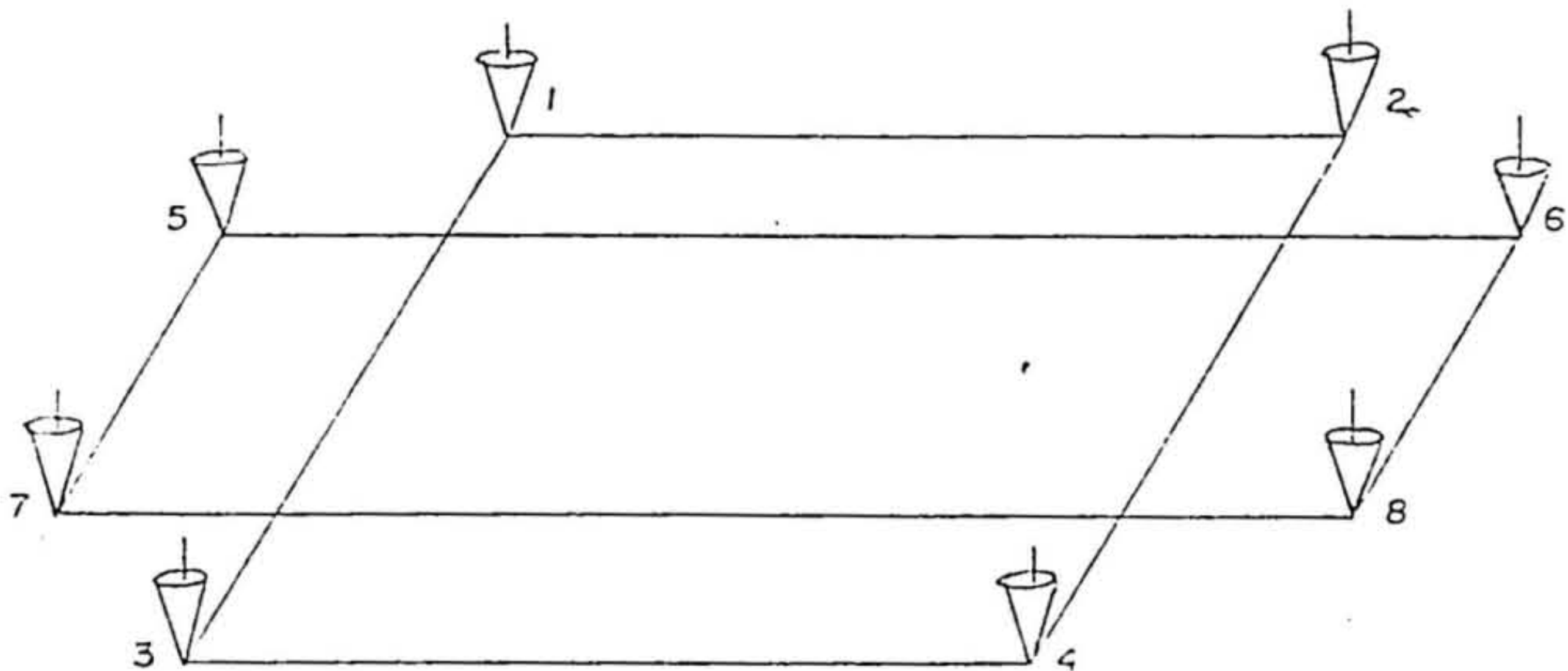


FIGURA 4. Estacas numeradas.

- c) Por medio de cuerdas resistentes una los pares de estacas 1 y 3; 2 y 4; 5 y 6; 7 y 8. A partir del cruce del par de estacas 1-3 y 5-6. (Figura 5, hacia la estaca No. 6 se miden distancias a 0,0; 1,5; 2,0; 4,5; 6,0; y 7,5 m. En cada punto y teniendo a la cuerda como eje, se hacen huecos de 30 cms. de lado.

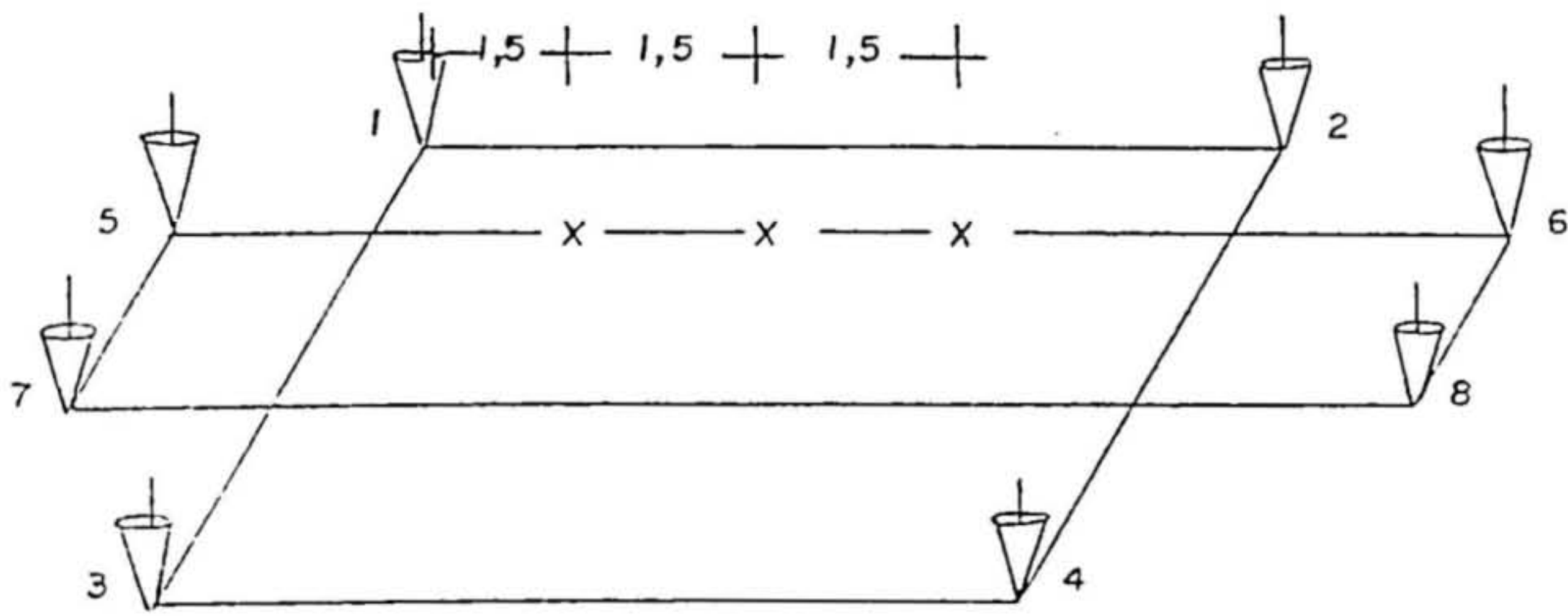


FIGURA 5. Cruce de las estacas 1-3, 5-6.

Lo mismo se hace a partir del cruce 1-3, 7-8.

8.3. ENCAVACION DE LOS CIMIENTOS

- La profundidad de cada hueco debe ser de 1 m. y el ancho de 0,30 m. El fondo del hueco se debe compactar y luego rellenar 20 cms. con gravilla, triturado ó piedra pequeña (1 a 2' de diámetro). Esta se debe compactar y dejar plana.
- Luego coloque cuatro ladrillos entrelazados. Lo anterior forma el cimiento de la estructura. Figura 6.

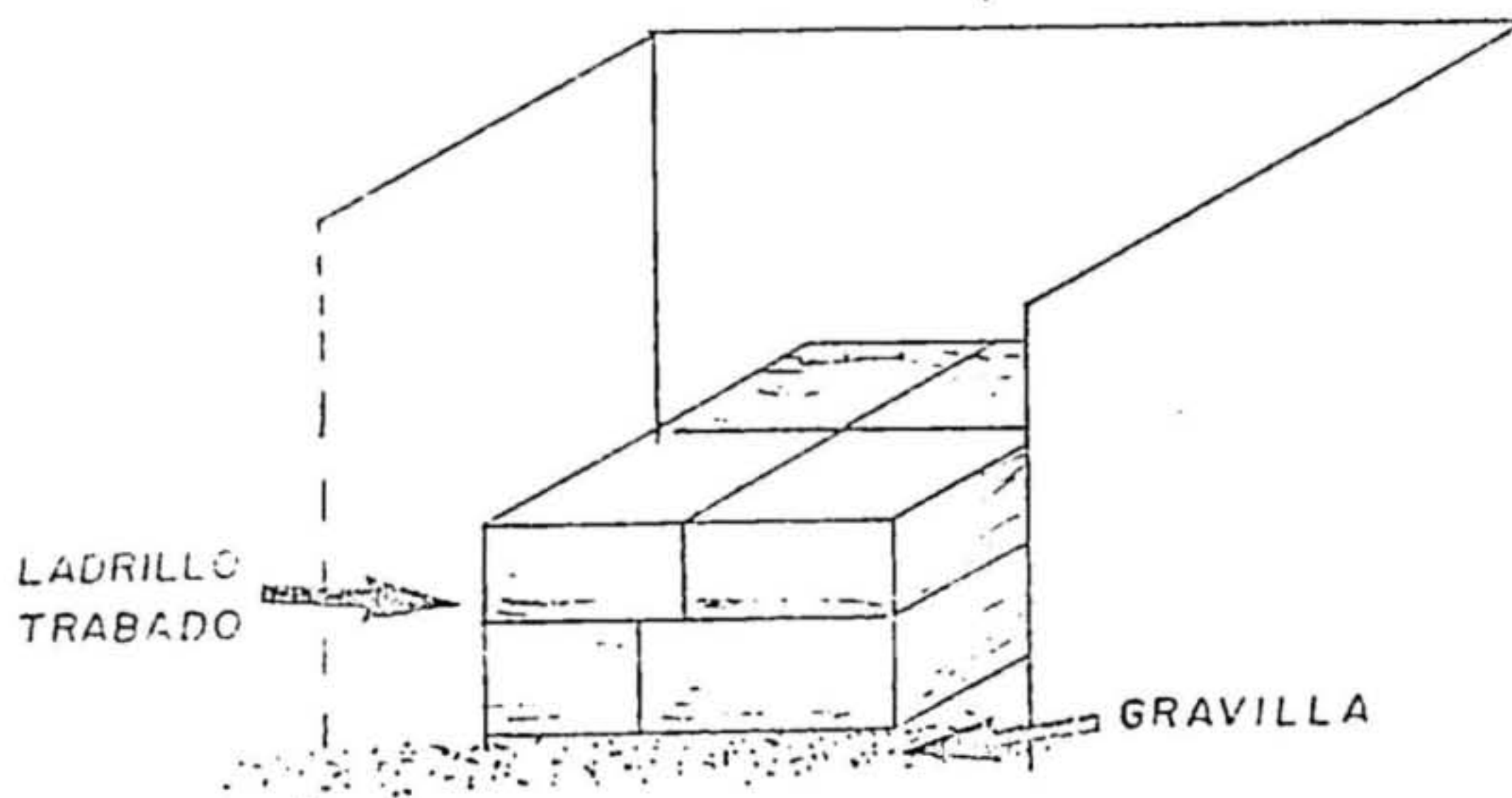


FIGURA 6. Colocación de los ladrillos.

8.4. COLOCACION DE LAS COLUMNAS

a) Una vez listos los huecos (Figura 7^a) coloque una columna en uno de los extremos teniendo cuidado que quede centrada (Figura 7^b). Luego con la ayuda de una plomada, deje la columna perpendicular y proceda a rellenar. Esté comprobando la verticalidad de la columna por medio de la plomada.

b) Coloque la segunda columna en el extremo a la 1^a columna. (Ver Figura 7^c), luego la 3^a. (Figura 7^d) y la 4^a. (Figura 7^e).

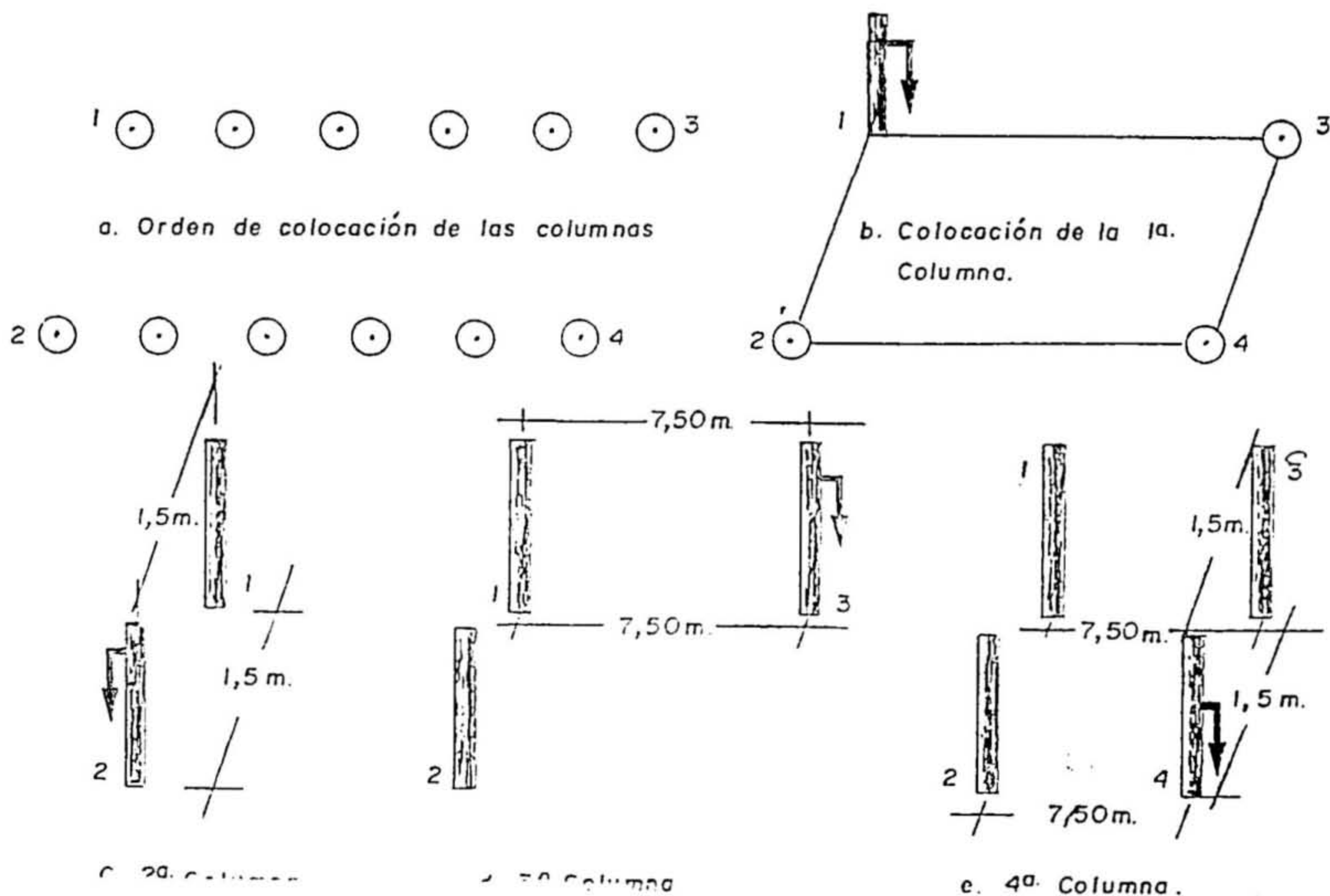


FIGURA 7. Colocación de las columnas. a) Planta; b) 1^a columna; c) 2^a columna; d) 3^a columna; e) 4^a columna.

Al colocar la 2a. columna además de comprobar su verticalidad, compruebe que se tiene la distancia de 1,5 m. para ello mida en la base y en el extremo superior (Figura 7c). Realizado lo anterior fije la columna por medio de tierra.

Coloque la 3a. columna y al igual que la segunda compruebe la distancia y su perpendicularidad. Al colocar la 4a. además de dar verticalidad compruebe la distancia con la 3a. y 2a. columna.

Las otras columnas colóquelas en el orden que quiera, en todo caso compruebe las distancias y la verticalidad.

8.5. COLOCACION DE LOS TRAVESAÑOS

- a) Como el terreno no es plano se debe ubicar un punto en la columna que esté en el nivel más alto en el piso. Figura 8.

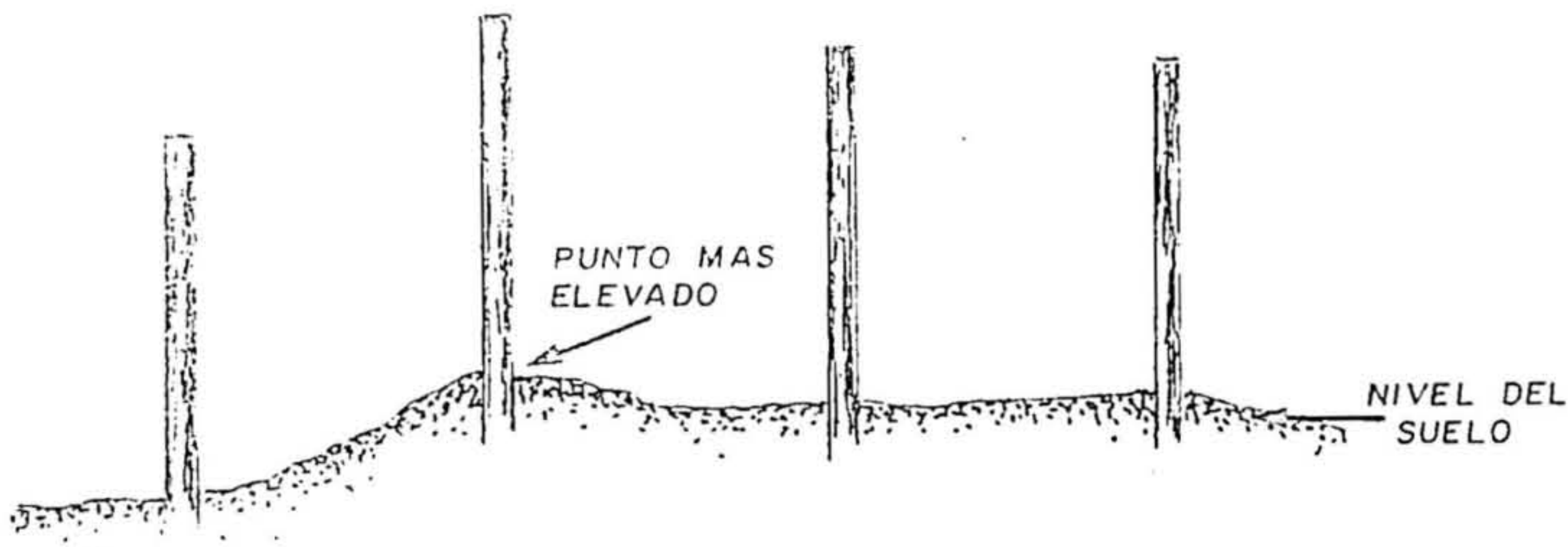


FIGURA 8. Ubicación de las columnas con relación al piso.

En ese punto coloque una cuerda y una en los dos extremos. Nivele la cuerda por medio de un nivel de mampostero o por medio de una manguera con agua. Figura 9. Marque cada columna, por medio de un lápiz, por donde pase la cuerda. Haga lo mismo en todas las columnas.

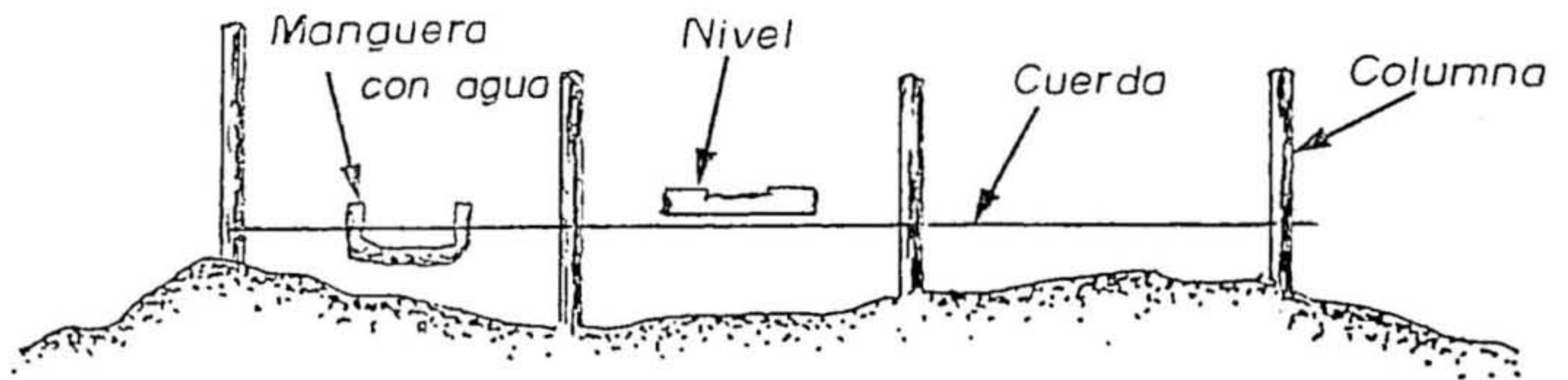


FIGURA 9. Colocación de la cuerda y nivelación.

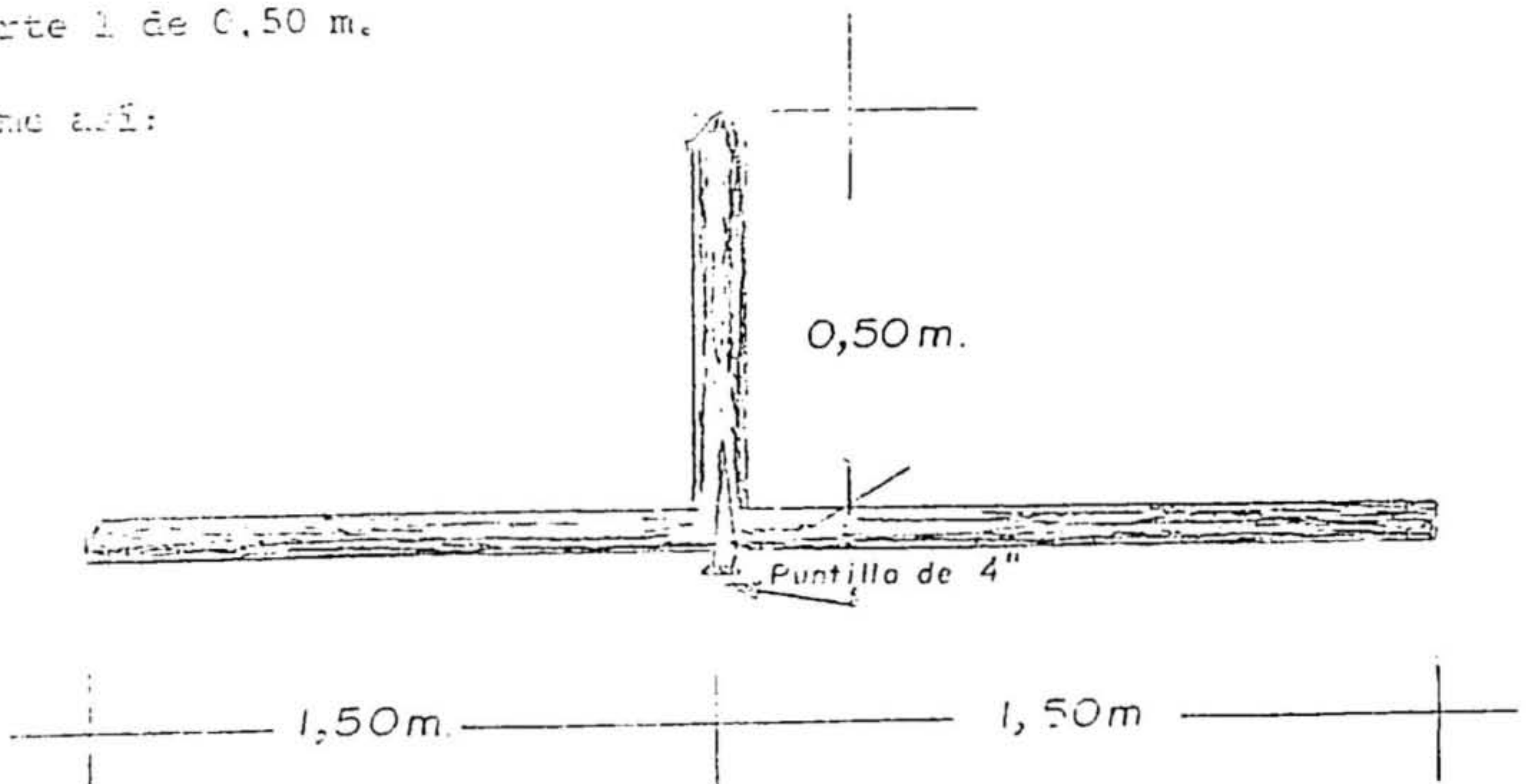
- b) A partir de ese punto mida sobre la columna una longitud de 50 cms. que será el primer nivel para la cama donde se va a depositar la semilla.
- c) En total son 6 niveles y entre nivel y nivel hay una separación de 25 cms.
- d) Una vez se tengan marcados los 6 niveles, realice "cajas" para colocar los travesaños que soportarán la guadua la cual sirve para sostener la papa. En cada módulo de 1.5 x 1.5 m. van 167 kg. de semilla.
- e) Coloque los travesaños a las columnas y únalos por medio de una puntilla de 4", luego asegure con alambre.

8.6. COLOCACION DE LA ESTERILLA DE GUADUA,

- a) Corte la esterilla en dimensiones de 1,5 m.
- b) Colóquela sobre los travesaños.
- c) Una la esterilla a los travesaños por medio de puntilla de 1 - 1/2".
- d) Sobre la puntilla enrolle alambre y llévelo a la puntilla siguiente y así sucesivamente. Figura 10.
- e) Cubra con esterilla los seis compartimientos.

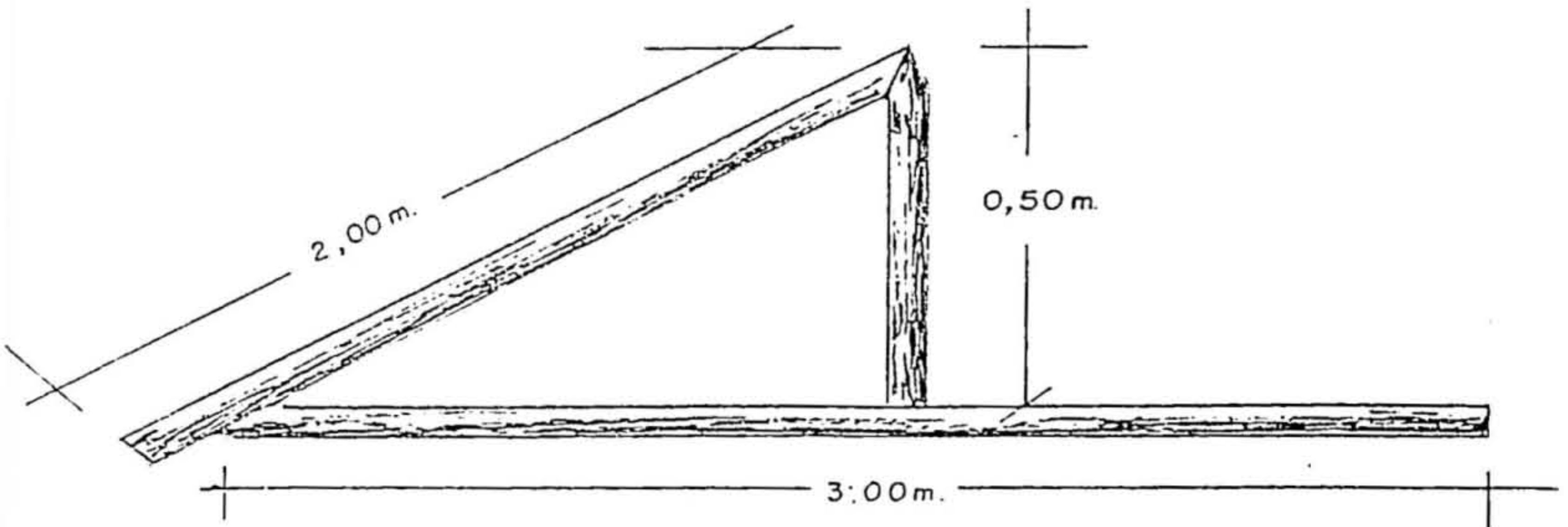
8.7. CERCAS

- a) Son cuatro cercas.
- b) Construcción de la cerca.
 - Corte una vara de una longitud de 3 m.
 - Corte 2 de 2 m. cada una.
 - Corte 1 de 0,50 m.
 - Arme así:



Coloque la vara de 0,50 m. perpendicular a la de 3,0 m. y únalas por medio de puntilla de 4".

- Ahora una uno de los elementos de 2,0 m. así:



- Luego una de la misma forma el otro elemento.

Nota: Use puntilla de 3 1/2" para pegar los elementos.

8.8. COLOCACION DE LAS CERCHAS EN LA ESTRUCTURA

- a) Suba la cercha a la estructura.
- b) Por medio de puntilla de 4", péguela al travesaño superior.

Nota: Los que queden en los extremos péguelos a las columnas.

8.9. TECHO

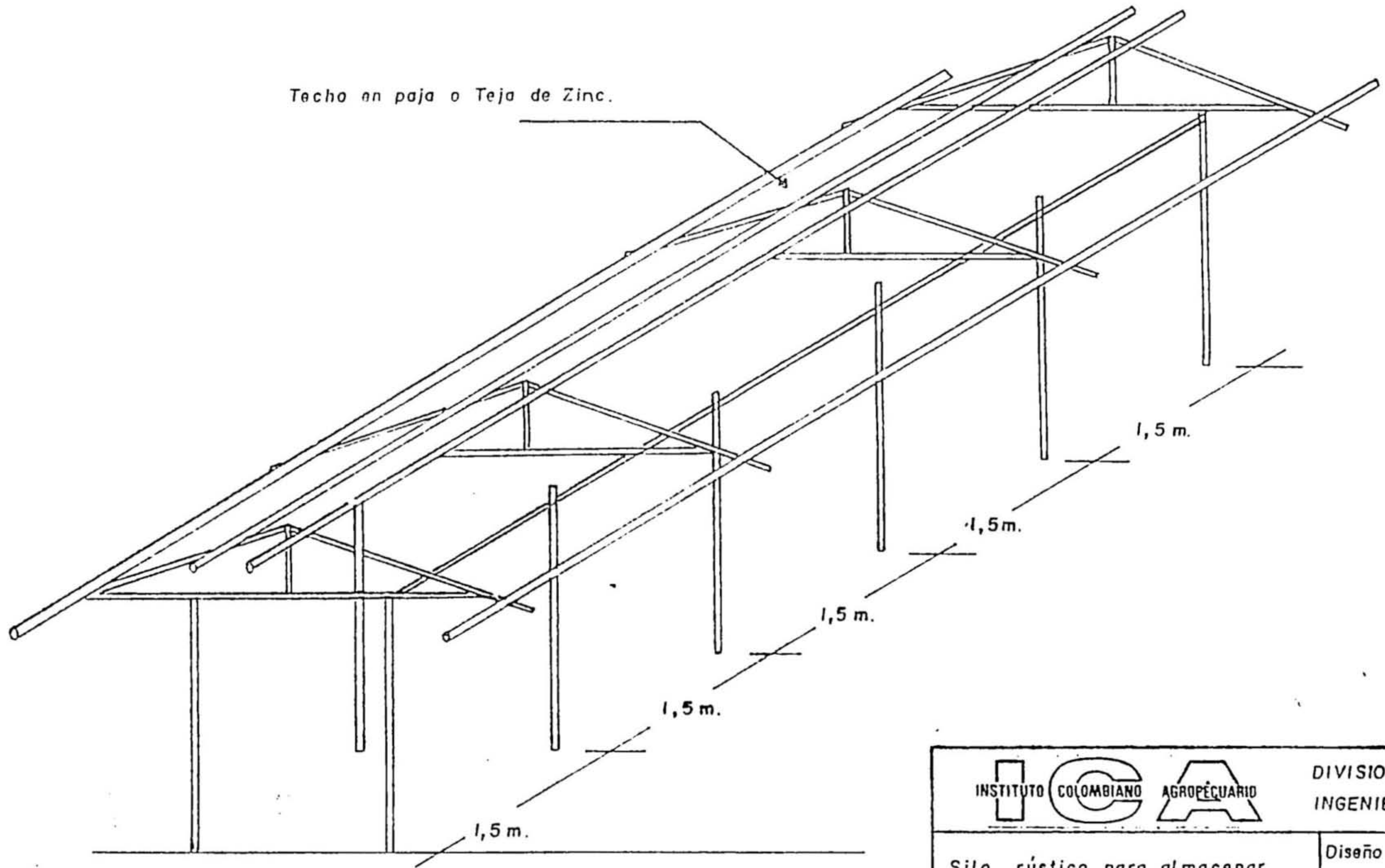
Use tela de zinc u otro material liviano y que no sea transparente. El techo además de evitar el paso del agua debido a la lluvia, debe evitar el paso de la radiación directa. En lo posible pinte de blanco la superficie exterior para evitar el aumento de temperatura.

tura en la parte interior del silo.

Nota: Con este silo, lo que se busca es que la semilla tenga un ambiente adecuado para que conserve la calidad. Para ello es importante que:

- a) La semilla esté sana.
- b) Le llegue la luz indirectamente.
- c) No se humedezca.
- d) No sufra deterioro durante su permanencia en el almacén.

Techo en paja o Teja de Zinc.



INSTITUTO COLOMBIANO AGROPÉCUARIO

DIVISION DE INGENIERIA AGRICOLA

Silo rústico para almacenar
semilla de papa.
Capacidad 5 Toneladas.
Diseño original CIP

Diseño Jaime Monroy V.
C.I.P

Dibujo Jaime Monroy V.

Fecha Marzo / 80

Escala 1:25

Dir. Prog.

Dir. Depto.

Plano No. 3 de 3.

Capacidad 5 toneladas.

Diseño original CIP

Dir. Prog.

Dir. Depto.

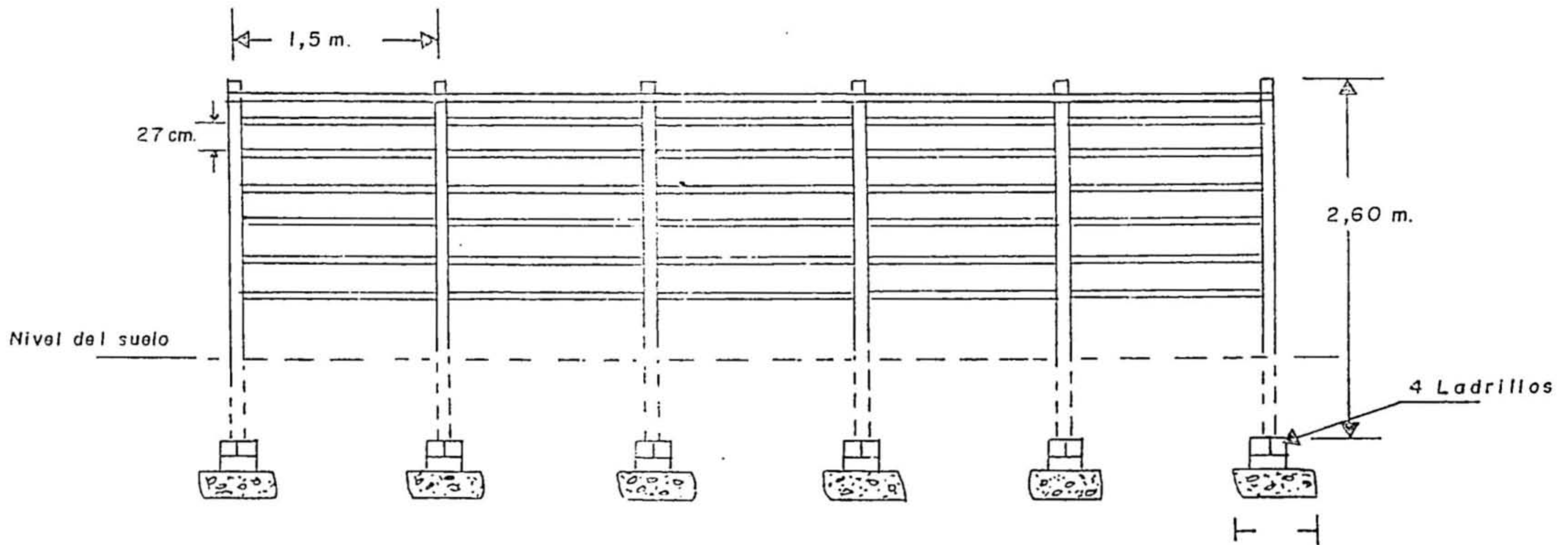
Fecha marzo 78

Escala 1:25

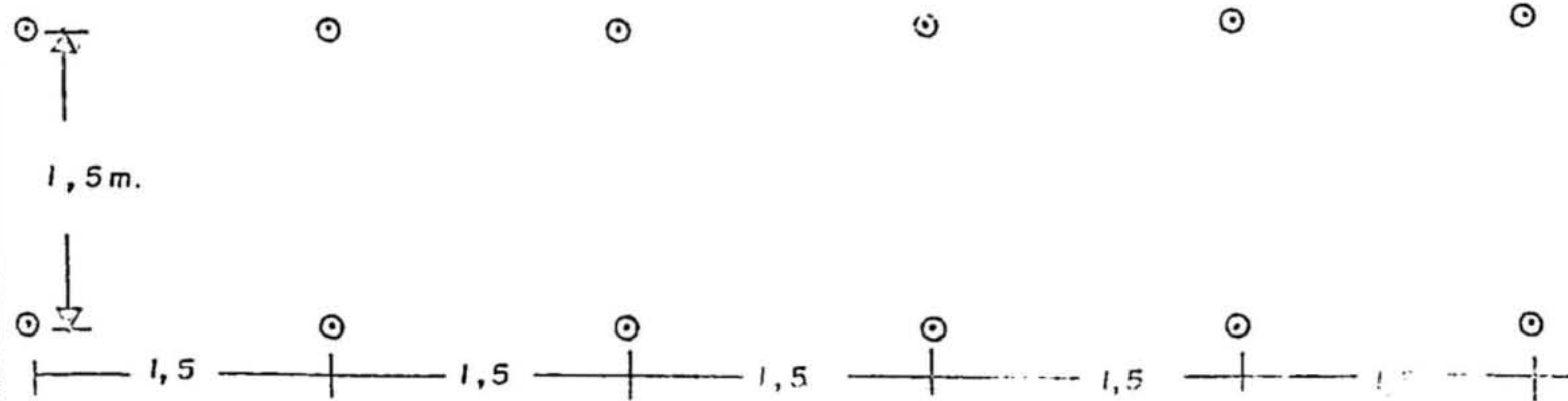
Plano No. 3 de 3.

NOTA La columna va en limón de 4" y una longitud de 2,60 m. y se entierra 0,60 m.

VISTA DE LADO



PLANTA

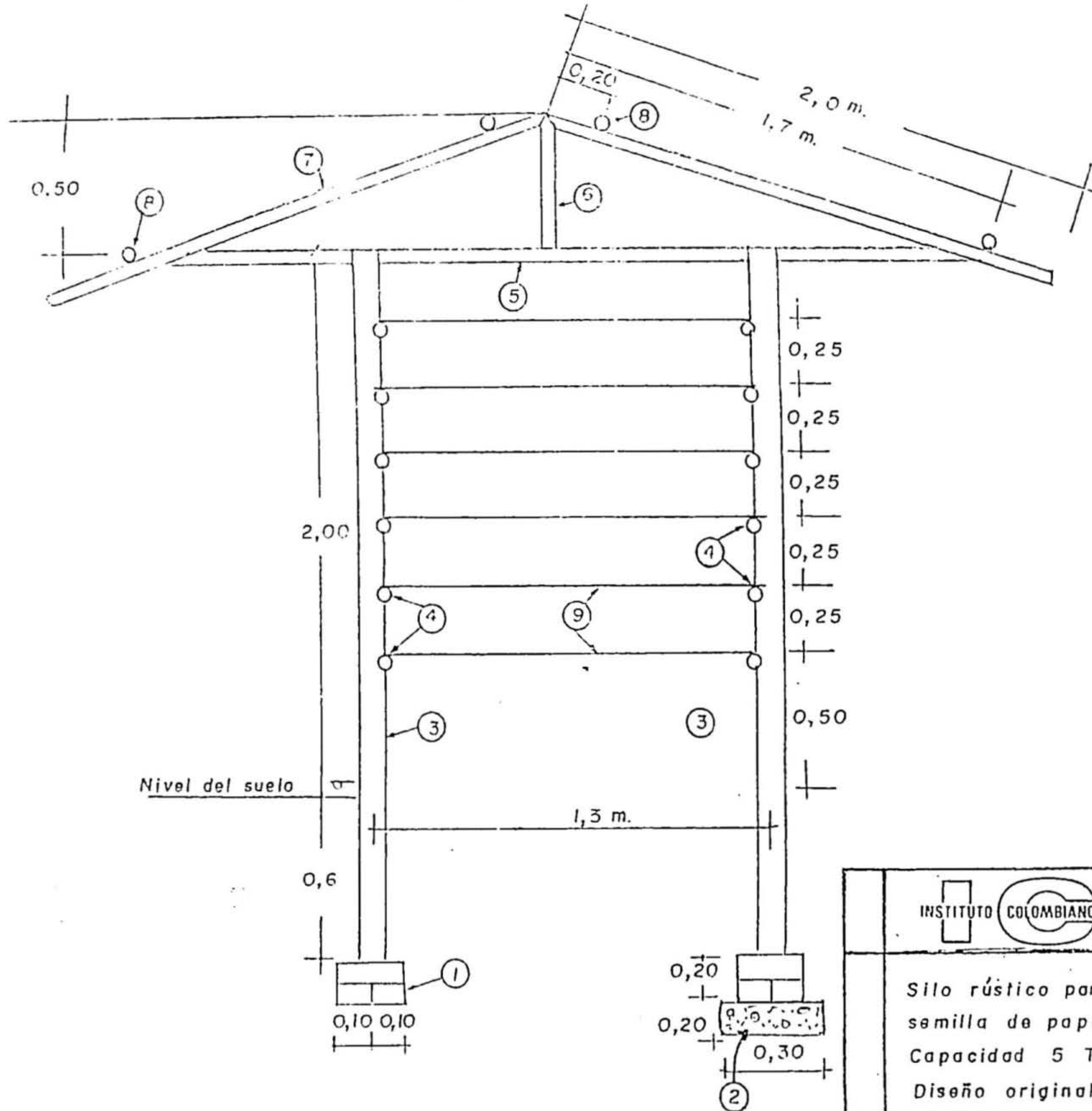


INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

DIVISION DE INGENIERIA AGRICOLA

Silo rústico para almacenar semilla de papa.
Capacidad 5 Toneladas
Diseño original C.I.P.

Diseño Jaime Monroy V. C.I.P.
Dibujo Jaime Monroy V. Carmen Fax.
Fecha Marzo /80
Escala 1:25



El piso (9) va en guadua y se fija a los travesaños (4) por medio de puntilla y alambre.

Piso en guadua	(9)
Correas	(8)
Cercha	(5) (6) (7)
Travesaños	(4)
Columna	(3)
Gravilla	(2)
Ladrillo	(1)
DESCRIPCION	ITEM

		DIVISION DE INGENIERIA AGRICOLA	
Silo rústico para almacenar semilla de papa. Capacidad 5 Toneladas Diseño original C.I.P.		Diseño Jaime Monroy V. C. I. P.	
		Dibujo Jaime Monroy V. Carmen Fox.	
Dir. Prog.		Dir. Depto.	
		Plano No. 2 de 3.	

Escala 1:25
Plano No. 2 de 3.
Diseño original C.I.P.
Dir. Prog.
Dir. Depto.

2

2. PÉRDIDAS DE POST-COSECHA. ENFERMEDADES Y FACTORES

FISIOLOGICOS

Edgar Hernández C. *

2.1. INTRODUCCION

Las pérdidas que se presentan luego de que la papa ha sido cosechada están relacionadas con factores fisiológicos y con las enfermedades causadas por microorganismos. Los factores fisiológicos se presentan desde antes de producirse la cosecha pues es necesario que la piel de los tubérculos esté bien fijada para evitar la obtención de semillas pelada. También es importante la humedad del suelo al momento de la cosecha; si se encuentra mojado, es más ventajoso dejar que la semilla se seque antes de recogerla. Durante este tiempo, la piel se endurece y el suelo se seca. Los tubérculos deben exponerse al sol directo, sin embargo, sólo por pocas horas. Si se expone por tiempo prolongado puede causar escaldaduras, especialmente si la piel es débil y tierna. Una vez recogida la semilla y si existe peligro de pudriciones, debe proveerse de buena aireación para favorecer el secamiento de las pudriciones. Una vez curado, se procederá a la selección, desinfección (si fuera necesario) y almacenamiento.

* Ingeniero Agrónomo. Programa Papa. Centro Regional de Investigación Obconuco. Apartado Aéreo 339-Pasto.

Aunque una parte apreciable de pérdida de peso del tubérculo durante el almacenamiento se deben a la evaporación, respiración y brotación, la mayor parte debe atribuirse a las pérdidas causadas por las enfermedades. Además debe tomarse en cuenta los daños causados en la bodega por deficiente manejo.

9.2. PERDIDAS POR BROTAION

Al momento de la cosecha, las papas están en estado de dormancia, esto es que sin un tratamiento específico, los ojos no brotarán. La dormancia fisiológicamente es un estado en que no ocurre división celular cuando el tubérculo o yemas aisladas se colocan en ambientes favorables para su crecimiento. Posiblemente en este estado hay un bloqueo de la síntesis de proteínas por estar reprimida la síntesis de ADN y ARN. La culminación de la dormancia parece estar asociada con la disminución de la concentración de ácido abscisico y un aumento de ácido giberélico (Garay, 1977).

Cuando la dormancia ha terminado y si los factores externos son favorables habrá división y alargamiento de las células formando los brotes visibles. El período de reposo de un tubérculo que alcanzó su madurez fisiológica normal, es el tiempo durante el cual permanecen los factores de crecimiento se reducen al mínimo. Este concepto se aplica especialmente a los tubérculos maduros que durante un período determinado no muestran crecimiento visible de sus yemas debido a causas internas y externas.

Los factores que más influyen sobre el período de reposo son ge
néticos y ambientales. Las variedades difieren de la longitud de dorma
ncia y se hace necesario conocer esta característica para cada vari
edad para darle el manejo adecuado a la semilla. La dormancia tiene
 un componente genético importante, lo que permite seleccionar varieda
des de dormancia larga o corta. La variedad de papa diploide Yema
de Huevo no tiene período de reposo, porque antes de llegar a la
 maduración fisiológica normal, ya presentan brotes de varios centíme
tros de longitud.

Después de la variedad, la temperatura de almacenamiento es el
 factor más importante que afecta el rompimiento de dormancia. Las
 temperaturas altas de almacenamiento favorecen el brotamiento rápido.
 Una temperatura de 4 - 5° C se consideran ideal para mantener la semi
lla en estado dormante. La brotación se estimula sometiendo la semi
lla a temperaturas fluctuantes de almacenamiento, así, por ejemplo,
 temperaturas altas seguidas de temperaturas bajas tienden a romper la
 dormancia. Bryan, citado por Garay (1977) señala que fluctuaciones de
 temperatura estimulan la brotación más que temperaturas altas consta
ntes durante el almacenamiento.

Las semillas atacadas por patógenos, insectos o con daños mecán
icos tienen un período de dormancia más corto que las semillas sanas.

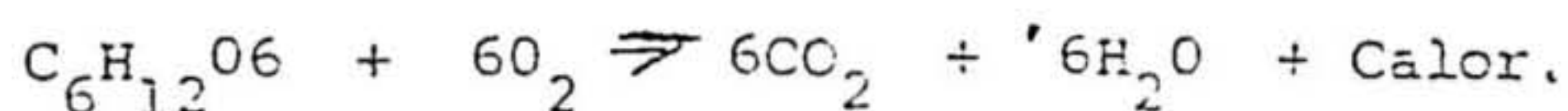
Se ha determinado que humedades relativas altas después de la
 cosecha estimulan la brotación a ciertas temperaturas.

9.3. PERDIDAS POR RESPIRACION

Los procesos de brotación y respiración resultan del hecho de que la papa es un organismo viviente. La energía requerida para los procesos de vida se produce mediante la respiración.

Las células del tubérculo contienen carbohidratos solubles e insolubles los cuales son la principal fuente de energía durante el almacenamiento.

El oxígeno absorbido del aire conjuntamente con los carbohidratos se convierten en dióxido de carbono y agua en producción de energía en forma de calor. Este proceso se representa con la reacción clásica de la respiración.



La temperatura del almacén influyen directamente en el grado de respiración. A manera de ejemplo se presenta el siguiente cuadro que ilustra el comportamiento de la variedad Holandesa de papa Libertas durante la respiración (Hesen 1960).

	Temperatura Almacén en °C			
	20	50	70	100
Consumo de oxígeno en g/t/24 horas	67	46	56	107
Producción de CO ₂ en g/t/24 horas	92	63	76	147
Producción de calor en K. cal/t/24 horas	236	162	195	375

Pérdida de materia seca en g/t/24

horas.	63	43	52	100
--------	----	----	----	-----

Del cuadro se desprende que el grado de respiración es mínima a 5°. A temperaturas mayores la proporción aumenta. El hecho de que a temperatura de 2° C la respiración también aumenta se debe al alto contenido de azúcar del tubérculo. De acuerdo con Burton (1955) la producción de calor de tubérculos sanos y bien maduros, mantenidos a temperaturas entre 5 y 15° está entre 8 a 12 kilo calorías por tonelada de papa por hora inmediatamente después de la cosecha producen hasta 40 kilo calorías.

Es importante tener en cuenta que cualquier daño presente en los tubérculos aumenta notoriamente el proceso de la respiración.

9.4. PERDIDAS POR EVAPORACION

Los tubérculos pierden agua por evaporación. A pesar de que no se pierde materia seca como en el caso de la respiración, la pérdida de peso debida a evaporación es mucho mayor que las pérdidas de peso por concepto de respiración.

La evaporación es un proceso físico cuya magnitud se ve afectada principalmente por las condiciones del aire y por la permeabilidad de la piel del tubérculo. Las condiciones del aire son específicamente temperaturas y humedad relativa. La evaporación del agua de

los tubérculos debe entenderse como la difusión del vapor de agua a través de una membrana. El grado de evaporación aumenta con la diferencia de temperaturas entre los tubérculos y el aire circundante, así como con una disminución de la humedad relativa del aire.

Además de las condiciones del aire del almacén, el grado de evaporación depende de la permeabilidad de la piel del tubérculo. Cuando los tubérculos son inmaduros o con daños serios la piel es sumamente permeable al vapor de agua. Esto nos confirma la importancia del proceso de suberización o cicatrización tratado anteriormente.

9.5. PERDIDAS POR MICROORGANISMOS

Aunque como se ha visto hasta ahora, parte de las pérdidas de peso del tubérculo durante el almacenamiento son debidas a rotación, respiración y evaporación, la mayor parte debe atribuirse a las pérdidas ocasionadas por la acción de microorganismos.

Normalmente, las infecciones tienen lugar en el campo. Las lesiones de los tubérculos son la puerta de entrada de microorganismos. De ahí que un estricto control durante el período de cultivo, incidirá benéficamente en la obtención de tubérculos semilla que tendrán un comportamiento adecuado en el almacén. Igualmente, el manipuleo y cuidadosa selección durante el transporte contribuirán al éxito de la papa almacenada.

El deficiente control de temperatura y humedad en la bodega favorecen el desarrollo y diseminación de enfermedades fungosas y bacterianas. Por consiguiente debe almacenarse solamente tubérculos sanos y secos, evitando puntos húmedos o de condensación en la papa acumulada.

A continuación se presenta una descripción de síntomas y daños causados por los principales patógenos que frecuentemente causan pérdidas.

Gota (Phytophthora infestans)

Ocasiona pudrición parda y seca en el tubérculo. Los síntomas iniciales poco perceptibles se desarrollan rápidamente a temperaturas mayores de 15° C y alta humedad relativa y afectan los tubérculos adyacentes, formando núcleos de infección y pudrición debido al ataque secundario de bacterias. El control comienza con las aspersiones de fungicidas eficientes al follaje y la destrucción del mismo antes de las cosechas en caso de ser afectado por la gota.

Rhizoctoniasis (Rhizoctonia solani)

Los esclerosios o costras negras superficiales pueden germinar y ocasionar pudriciones facilitando el acceso de bacterias, en bodegas con alta humedad relativa y deficiente ventilación interna. Debe evitarse almacenar una cosecha muy afectada de Rhizoctonia que,

por lo general ocasiona más perjuicios económicos por la deformación de los tubérculos.

Escama plateada (Helminthosporium atrovirens)

Manchas de tamaño variable y superficiales de aspecto plateado. Las manchas se extienden bajo condiciones de alta humedad y temperaturas mayores de 15° C; la piel se torna porosa, facilita la evaporación y los tubérculos se deshidratan y arrugan. La escama plateada se presenta con más frecuencia en suelos de páramo.

Roña polvosa (Spongopora subterranea)

Ataca los tubérculos produciendo ampollas o pústulas que, inicialmente tienen apariencias de verrugas, y en la madurez forman cráteres, contienen un polvo oscuro formado por las esporas del hongo. También ocasiona deformación de los tubérculos y a veces, ataca las raíces formando nódulos parecidos a los causados por el nemátodo.

Meloidogine spp. Deben eliminarse los tubérculos afectados antes del almacenamiento.

Pudrición seca (Fusarium spp.)

Ocasiona porciones podridas de tamaño y color variable, desde blanco hasta marrón oscuro. Estos hongos saprófitos del suelo penetran por las heridas y progresan rápidamente a temperaturas de 15 a 20° C, alta humedad relativa y deficiente circulación de aire. Exis

ten diferencias varietales. Requiere un manejo adecuado del producto.

Dormidera (Pseudomonas solanacearum)

Presente en suelos localizados entre 1,500 y 2,500 m. de altitud. La bacteria penetra a través de los lenticelos del tubérculo ó a través de los estolones en plantas afectadas y se distribuye por el anillo vascular, presenta exudaciones en las yemas del tubérculo y son fáciles de distinguir por la adherencia de la tierra. El método de lavar la papa en Antioquia es la solución más práctica. Porque el lavado permite distinguir los tubérculos afectados en casi todos los estados. El producto afectado por dormidera no debe almacenarse por ningún motivo.

Pata negra (Erwinia atroseptica)

Esta bacteria se presenta normalmente en clima frío y páramo. Los tubérculos afectados desarrollan una pudrición negra de forma cónica en la base del tubérculo. Esta enfermedad debe controlarse especialmente en lotes destinados para semilla en el campo, excluyendo las plantas afectadas en el momento de la cosecha y manejo adecuado en la bodega.

Pudrición blanda (Erwinia carotovora)

Se presenta durante la cosecha en lotes mal drenados y existen diferencias varietales. Los tubérculos afectados desarrollan una pudrición acuosa en pocos días de fuerte olor desagradable, debido a la destrucción de las paredes celulares y fermentación. Es conveniente retener el producto por unos 10 días para facilitar la cicatrización y eliminar los tubérculos con síntomas de pudrición acuosa.

Virus

En el período de almacenamiento, la semilla puede ser afectada por áfidos que son los principales transmisores de virus.

Las enfermedades víricas, a pesar de que en muy pocos casos son de carácter letal, generalmente reducen el vigor de la planta y las posibilidades de usar los tubérculos como semilla.

Para evitar las transmisiones de virus por áfidos en almacenamientos se debe evitar que los brotes crezcan demasiado y hacer aplicaciones periódicas de insecticidas desde la época de iniciación de la brotación.

9.6. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Para minimizar las pérdidas de almacenamiento en silos de bajo costo, en los cuales el control del ambiente es menos exacto que en bovedas complicadas, es vital una selección de los tubérculos antes

del almacenamiento, acompañada de un buen manejo del almacén. En la Tabla 1 se ilustra el efecto de diferentes niveles de selección antes del almacenamiento. Estos resultados demuestran claramente que al incrementarse el porcentaje de tubérculos defectuosos colocados en los almacenes se incrementa el porcentaje de tubérculos sanos que se convierten en defectuosos durante el período de almacenamiento.

Lo anterior se complementa con el almacenamiento de semilla en condiciones de luz difusa que influye sobre el control del crecimiento de los brotes, el aumento del número de brotes, la reducción de la dominancia apical en la mayoría de las variedades y por consiguiente en resistencia mayor a insectos y enfermedades. En la Tabla 2 se muestran los resultados de cinco ensayos y se aprecian las diferencias con el sistema tradicional de almacenamiento de semilla de los agricultores.

TABLA 1. Efecto de la selección antes del almacenamiento y del tipo de almacén sobre la papa almacenada. Porcentajes de pérdidas después de 140 días de almacenamiento.

Clase de Almacén	Nivel de selección antes del almacenamiento.		
	0% TD	25% TD	50% TD
De madera	14,7	41,9	61,8
De adobe	15,6	43,6	64,3
Luz y Plástico	16,6	42,0	62,7
Luz y Malla	15,7	39,7	64,5
Establo abierto a la luz	13,7	40,9	63,2
Cuarto oscuro de adobe	19,8	41,4	65,0
Pérdidas			
Promedio de pérdidas totales	16,0	41,6	63,6
Porcentaje de producto enfermo desde el comienzo.	0,0	25,0	50,0
Pérdida neta por almacenamiento.	16,0	16,6	13,6

* TD = Tubérculos defectuosos.

Fuente: Almacenamiento de papa para países en desarrollo. Booth, Shaw, Harmsworth, 1980.

1984, Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta de 1984.

Comunidad Almacén de papas de semilla de papa con luz difusa en Colombia, Pinto, Hernández, Araque 1984.

Ospina	3.3	15	30	5.0	3.0	2.5	8.0
Pupiales	3.1	5	1.5	3.0	1.0	1.2	14.0
Cua Jucaj	2.7	11	32	4.0	3.0	2.6	11.7
Pasito	2.3	3	4	2.4	1.1	0.5	3.4
Pasito	2.2	10	13	1.5	3.5	-	-

Fuente: Almacenamiento de semilla de papa con luz difusa en Colombia, Pinto, Hernández, Araque 1984.

Biblioteca Agropecuaria
de Colombia - BAC



010100006374

9.7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BOOTH, R. SHAW, R. y L. HARMSWORTH. Almacenamiento de papa para países en Desarrollo. 30 p. CIP. 1980. Lima, Perú.
2. GRAY, A. Producción, Manejo y Calidad de Semilla de Papa. 53 p. CIP. 1977. Lima, Perú.
3. LUJAN, L. Principios básicos de Almacenamiento. Conferencias sobre el Cultivo de la Papa. 149 p. ICA. 1976 Tibaitatá, Colombia.
4. PINTO, R. HERNANDEZ, E. y ARBOLE, C. Almacenamiento de Semilla de Papa con luz difusa en Colombia. Memorias ALAF. 658 p. Paipa, Colombia. 1984.
5. RODRIGUEZ, A. y BOOTH, R. Almacenamiento de Semilla de Papa. El cultivo de la papa. 144 p. ICA. 1970. Pasto, Colombia.