

PRIMERA PARTE

EL DESARROLLO RURAL Y LA TECNOLOGIA APROPIADA
EN EL CASO COLOMBIANO

17580

CIFI
SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

POR

FRANCISCO RODRIGUEZ URREGO

LIDIA WEISMAN DE BENITO

MAPIA VICTORIA FERNANDEZ

BOGOTA, SEPTIEMBRE DE 1950

CIFI
BIBLIOTECA
ADQUISICIONES CANJE

11 SET 1950

APLICACION AL CASO DE UN
PRODUCTO TRADICIONAL LA YUCA
F RODRIGUEZ URREGO } setra ml
L WEISMAN DE BENITO } Pequeno
M V FERNANDEZ } verde

CONTENIDO

1	INTRODUCCION	1 1
2	MARCO DE REFERENCIA GENERAL	2 1
2 1	Aspectos generales	2 1
2 2	Teorías consideradas	2 6
2 2 1	Las teorías de desarrollo regional	2 6
2 2 2	Modelos de Desarrollo Agrícola	2 12
2 3	Aspectos tecnológicos	2 26
2 3 1	Hipótesis explicativas	2 30
2 4	Localización y características de la producción agrícola	2 33
2 4 1	Localización espacial	2 33
2 4 2	Características de la agricultura Colombiana	2 36
3	ORGANISMOS INTERNACIONALES	3 1
3 1	Programa y políticas	3 1
3 1 1	El enfoque de CIDA	3 1
3 1 2	Enfoque del Banco Mundial	3 6
3	Incidencia en el Caso Colombiano	3 9
	EL DESARROLLO AGRICOLA COLOMBIANO	4 1
4	Dinámica de la estructura agrícola	4 1
4 1 1	Períodos de la dinámica	4 1
4 2	Desarrollo de la Agricultura Comercial	4 13
4 2 1	Políticas del gobierno y planes de desarrollo	4 17
4 3	Comentarios	4 37
5	POLITICAS, ESTRATEGIAS E INSTRUMENTOS	5 1
5 1	Propósito	5 1
5 2	Estrategias y Políticas	5 2
5 2 1	Plan de Integración Nacional (PIN)	5 2
5 2 2	Programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI)	5 10
5 2 3	Aspectos Tecnológicos	5 19
5 3	Instrumentos	5 28
6	BIBLIOGRAFIA	6 1
	APENDICE A APLICACION AL CASO DE UN PRODUCTO COMERCIAL EL ARROZ	
	APENDICE B APLICACION AL CASO DE UN PRODUCTO TRADICIONAL LA YUCA	

APENDICE B

APLICACION AL CASO DE UN PRODUCTO TRADICIONAL

LA YUCA

CONTENIDO

1	INTRODUCCION LA YUCA EN COLOMBIA	1
1 1	Aspectos Tecnológicos Precosecha	3
1 1 1	Generalidades	3
1 1 2	Rendimientos	4
1 1 3	Insumos de la Producción	4
1 2	Costos de Producción de las Raíces	10
2	MERCADO DE LA YUCA	11
3	PROCESAMIENTO DE LA YUCA	13
3 1	Producción Nacional de Almidones	14
4	PRODUCCION MUNDIAL	16
5	COMENTARIOS Y ESTRATEGIAS PARA EL PRODUCTO EN LA DECADA DE LOS OCHENTA	20
6	REFERENCIAS	24

PRODUCTO TRADICIONAL LA YUCA

1 INTRODUCCION LA YUCA EN COLOMBIA

Se considera importante analizar la existencia del dualismo en Colombia para lo cual hay que indicar el tipo de enfoque que se va a utilizar. La corriente francesa del dualismo /1/ tal como la maneja Raymond Barre considera el dualismo por sectores tanto en la agricultura como en la industria y que el sector agrícola consta de una agricultura comercial capitalista altamente tecnificada y otra de subsistencia sin tecnología moderna. De otra parte, la corriente Holandesa señala la existencia de un dualismo económico y tecnológico, donde el sector moderno altamente tecnificado obtiene materias primas y mano de obra del sector tradicional. Pero que ambos no tienen mercado entre sí y no existen otras relaciones que las señaladas, o sea que cada uno produce con su propia tecnología y para su propio mercado. Que dichos sectores tienen necesidades diferentes, éste podría ser el caso de Indonesia donde Boecke realizó un estudio sobre la tesis del dualismo. En el caso colombiano no existe este dualismo, pues el sector tradicional está debidamente penetrado económica y tecnológicamente por el sector moderno. Así en el caso de la yuca, que es un cultivo tradicional de pequeñas parcelas, se observó la utilización en un 40% de maquinaria en la preparación de la tierra y se consumen fertilizantes e insecticidas

En forma incipiente se están usando variedades mejoradas de yuca. Esto demuestra la penetración que se está dando en Colombia del sector moderno al tradicional. En el caso del café, se encuentra que la variedad "caturre" está altamente difundida en las zonas cafeteras. Así por ejemplo en el Huila existen fincas tipo "farmer" de café caturre con alto uso de fertilizantes. O sea que el café siendo el producto agrícola más importante de Colombia no presenta ninguna dualidad, pues los fertilizantes y las variedades mejoradas "caturre" se las suministra el sector moderno.

En el caso de la yuca, el ICA y el CIAT han venido contribuyendo a desarrollar este cultivo, con otros que se consideran tradicionales lo que evidencia la ausencia del dualismo en el campo colombiano.

No obstante, se presenta una diferencia muy marcada en relación al total de insumos que consume la gran empresa agrícola capitalista y la tradicional /2/. Pero esto es obvio porque la primera produce cultivos comerciales de gran demanda interna y externa, mientras que la segunda solo produce para el mercado interno y a veces únicamente para la región, como es el caso de la yuca. Esta es una razón fuerte para no utilizar economías de escala por problemas de distribución y centros de acopio.

Se considera que en el caso de la yuca podría pasar algo semejante al café en la medida en que su industrialización se dinamice y se

produzcan Harinas, almidones y alcohol en gran proporción y su demanda se incremente (fenómeno posible al producirse alcohol), ya que el cultivo de la yuca pasaría de la explotación parcelaria a la economía de plantación moderna, lo que cambiaría totalmente su forma de explotación. Por último, la corriente holandesa no es aplicable definitivamente, porque Colombia cuenta con un mercado interno bastante desarrollado donde el sector moderno ha penetrado al sector tradicional y más bien existe cierta interdependencia dentro de su heterogeneidad.

1 1 ASPECTOS TECNOLOGICOS PRECOSECHA

1 1 1 GENERALIDADES

La yuca suele sembrarse sola y a veces intercalada con fríjol o con maíz. Los rendimientos por hectárea son similares, aunque cuando se encuentra acompañada del fríjol tiene una producción menor que cuando se cultiva sola o con maíz. Esto también depende de las características químicas del suelo /3/

La preparación de la tierra se acostumbra hacerla de tres formas con maquinaria, manual y una combinación maquinaria-manual. La preparación manual de la tierra aparece con mayor frecuencia cuando ésta se cultiva con maíz. Tanto la siembra intercalada con otros cultivos o solo yuca se realiza en forma manual. Los métodos más

utilizados son los caballones y los surcos, los primeros protegen el tubérculo de la excesiva humedad en época de lluvias, evitando su pudrición cuando el suelo no es suelto

La densidad de siembra por hectárea es de aproximadamente 10 000 plantas, mientras que si ésta se encuentra intercalada, decrece a 8 500 si es con maíz y no se aparta mucho de los 10 000 si es con fríjol

Otras labores del cultivo son el desyerbe y el despallite que ayudan a mejorar la cantidad de producción a la vez que absorben un gran aporte de mano de obra

1 1 2 RENDIMIENTOS

El promedio general es de aproximadamente 6 2 ton/hectárea. Presenta variaciones según el tamaño de la explotación, aumenta hasta 14 ton/ha o disminuye a 2 7 ton/ha

1 1 3 INSUMOS DE LA PRODUCCION

El 60% de los productores usan maquinaria, 59% de ellos usan fertilizantes, 67% insecticidas, 4% fungicidas y 17% herbicidas, 46% crédito y 50% asistencia técnica /3' y /4/

El uso de mano de obra (jornales día-hombre) por hectárea es en promedio de 114 5 jornales por hectárea, el desyerbe utiliza el 40% de esa mano de obra, la cosecha utiliza solo 14%. /3/ y /4/

1 1 3 1 USO DE MANO DE OBRA

En el sistema de producción de yuca sola, el promedio de jornales utilizados es de aproximadamente 115 jornales/hectárea, mientras que cuando se intercala con maíz o con frijol el promedio aumenta hasta 150 jornales/hectárea

Cuando se siembra yuca sola, la mayor cantidad de jornales se compromete en la siembra y en la aplicación de fertilizantes, insecticidas, etc. Cuando es intercalada, éstos son comprometidos en todo el proceso de cultivo: desyerbe, preparación del terreno, despallate, cosecha, recolección y arreglo de la semilla

Por otra parte /4/ estima en 85 2 hombres-día/hectárea con una variación cercana al 25% debido a la forma de preparación de la tierra (si se realiza manualmente o si es a máquina)

Según /4/ más de la mitad de la mano de obra se utiliza en la eliminación de malezas (desyerbe), aunque la preparación de la tierra, la siembra y la cosecha consumen cantidades apreciables

Los meses del año en que se emplea la mayor proporción de mano de obra en el cultivo son abril-mayo y septiembre-octubre, en la preparación de la tierra y en el desyerbe /4/

"Los pequeños cultivadores emplean el doble de días-hombre por

tonelada producida en relación con los grandes "/4/ Los rendimientos de la mano de obra varían entonces entre 7 y 27 días-hombre/ton, para un promedio general de 13,8 días-hombre/tonelada

1 1 3 2 USO DE FERTILIZANTES, INSECTICIDAS, HERBICIDAS Y SEMILLAS CREDITO Y ASISTENCIA TECNICA

La utilización de insumos tiene importancia dado el número de cultivadores que los emplean siendo los más comunes fertilizantes, insecticidas y en algunas áreas la maquinaria La disponibilidad con que sean presentados facilita su uso, aún en el caso del crédito y su relación con la asistencia técnica

Dentro de los cultivadores de yuca, el insumo químico más utilizado son los insecticidas, mientras que los fertilizantes y los herbicidas son de un uso limitado

El uso de maquinaria para la preparación de la tierra varía entre zonas productoras y está determinado por la topografía de la finca y el tamaño de la misma

Con excepción de la preparación de la tierra, no se utiliza maquinaria en la producción de yuca El uso de los diversos insumos, tanto los químicos como los de asistencia técnica y crédito se dirigen hacia las medianas y grandes explotaciones

FERTILIZANTES

De uso común entre grandes y medianos cultivadores, unidades entre 2 y 10 hectáreas y mayores de 10 hectáreas (ver tabla 2 1 3 2/1)

No es frecuente el uso de materias orgánicas, dentro de los químicos se presenta preferencia por los compuestos ricos en fósforo y potasio, con una poca respuesta al nitrógeno y consecuentemente a la úrea /4/

El bajo uso de los fertilizantes presente responde al alto costo de insumo y a la falta de información que se traduce en considerar su uso como un gasto no recompensado /4/

INSECTICIDAS

Se emplean para controlar la hormiga arriera, los productos en estado polvoso son las más utilizados, seguidos por los granulados que se encuentran en el mercado /4/

Su uso es elevado /4/ y no hay variaciones significativas al respecto en cuanto a tamaño de la unidad de explotación, tipo de cultivador, áreas de producción y frecuencia de uso (ver tabla)

HERBICIDAS

De uso poco frecuente debido a su elevado costo y al desconocimiento de la oferta del insumo, también sus especificaciones de manejo, que cuando no son seguidos afecta el tubérculo

No es utilizado por pequeños cultivadores, extensiones menores a 2 hectáreas y solamente aquellos productos pre-emergentes son consumidos (ver tabla)

SEMILLAS

Casi en la totalidad de las explotaciones la semilla es de la primera cosecha, siendo una proporción pequeña la semilla que se compra o se recibe como regalo

En las fincas pequeñas /4/ se recibe como regalo la mayor proporción (34%) y en las fincas grandes, ésta es producida por ellas mismas (61%)

Según la zona de cultivo, la longitud de la estaca varía de manera directa con la temperatura promedio y de manera inversa con la altitud respecto al nivel del mar. El grado de madurez de la semilla aparentemente aumenta el rendimiento del cultivo

CREDITO

De los cultivadores, solamente entre un 18% y un 30% reciben crédito institucional, siendo la Federación Nacional de Cafeteros y la Caja Agraria las agencias que lo suministran /4/

Los cultivadores medianos y grandes reciben el mayor porcentaje de financiación. Los plazos son mayores a los 12 meses, sobrepasando en algunos casos los 24. Los intereses más altos se sitúan entre el 14% y el 16%, apareciendo tasas menores /4/

Quienes no lo reciben, argumentan la carencia de necesidad para pedirlo y la existencia de múltiples obstáculos para obtenerlo (ver tabla 2.1.3.2/2)

ASISTENCIA TECNICA

Existe una fuerte relación entre este insumo y el anterior, ya que en /4/ la disponibilidad del crédito está condicionada al uso forzoso de la asistencia técnica

Entre el 10 y el 30% de los cultivadores reciben el servicio, con mayor (o exclusiva) proporción. Las fincas grandes, siendo prestado por el ICA en su mayoría, también es suministrado por la Federación de Cafeteros, Proinyucal y la Caja Agraria /4/

En los cultivos de yuca sola es donde más se presta. Combinados

con frijol reciben alguna asistencia y ninguna cuando es con maíz
(ver tabla 2 1 3 2/3)

1 2 COSTOS DE PRODUCCION DE LAS RAICES

En la tabla 2 2/1, según /5/, se puede observar la composición porcentual de los costos variables de la producción, que comprenden un 92% en actividades, entre ellas el 45% (la mitad) corresponde al desyerbe (utilizando en su totalidad mano de obra) y un 8% a la provisión de insumos

Debido al gasto en las etapas de desyerbe y el uso de insumos, los costos variables tienden a ser mayores en las fincas grandes. El costo de la preparación de la tierra que representa la quinta parte, en algunas regiones corresponde básicamente al uso de maquinaria y a la aplicación mecánica de abonos y herbicidas

Del 8% gastado en insumos, casi la totalidad (6%) corresponde al valor de la semilla, siendo despreciable la inversión en fungicidas y herbicidas

De los costos totales de producción, el costo por hectárea debido a la renta de la tierra tiende a ser mayor en las fincas grandes, pero el costo total por tonelada producida tiende a decrecer en el mismo grupo de fincas, debido a los mayores rendimientos presentes (ver tabla 13 en /5/)

Lo anterior se aplica a nivel del total de las zonas productoras y al interior de cada una en particular

2. MERCADEO DE LA YUCA

La yuca cultivada corrientemente para el consumo humano no posee calidades óptimas para aprovechamiento industrial debido al bajo rendimiento de almidones y al alto porcentaje de humedad. Actualmente se realizan por parte del ICA, en la Facultad de Agronomía de Palmira, investigaciones en las cuales se han obtenido más de ciento treinta y cinco variedades de yuca, con un alto rendimiento que sembradas adecuada y técnicamente pueden producir 50 Ton/Ha. Dentro de estas variedades están la "Monablanca" y "pre de paloma", con un contenido de almidón de 32% y 19% respectivamente.

Es importante señalar que el mercado de la yuca en Colombia es eminentemente regional e interno. La yuca en forma natural solo tiene mercado interno, pues no se exporta. Sin embargo, sí tiene muchas posibilidades de ampliar el mercado externo para aquellos productos derivados de ella, como por ejemplo las tarrajas, los pellets y el almidón. El alcohol podría llegar a tener suma importancia como sustituto de la gasolina en el mediano plazo. Además, la yuca en forma de torta para forraje también podría considerarse como un producto de exportación, ya que existe la demanda internacional.

En relación al mercado interno se toman en cuenta fundamentalmente la superficie, rendimientos y producción de los años 1976 y 1977, los precios promedio de la yuca de los años 1974 a 1979, correspondientes a las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali

En 1976 se utilizaron 223 000 hectáreas en las que se obtuvo una producción de 1,8 millones de toneladas con rendimientos promedio de 8,3 toneladas/hectárea. En este año en el departamento de Santander se cosecharon 33 800 hectáreas, se obtuvo una producción de 270 000 toneladas con unos rendimientos promedio de 8 toneladas/hectárea. Fue el departamento que sembró mayor superficie (ver cuadro 3/1)

Le siguió en importancia el departamento del Cauca, en el que se sembraron 25 000 hectáreas con una producción de 150 000 toneladas y cuyos rendimientos apenas fueron de 5,2 toneladas/hectárea

En 1977 se utilizaron 218 000 hectáreas, se obtuvo una producción de 2 millones de toneladas con rendimientos de 9 toneladas/hectárea. En dicho año, el departamento de Santander sembró 28 000 hectáreas, obtuvo una producción de 224 000 toneladas con rendimientos de 8 toneladas/hectárea, le sigue en importancia el Magdalena que sembró 20 000 hectáreas con una producción de 202 000 toneladas y rendimientos de 10,1 toneladas/hectárea. En términos de rendimiento se puede decir que fue el departamento de Risaralda

en 1976 el más alto (16 toneladas/hectárea) y para el año 1977 fue el departamento del Quindío, quien lo superó con 17 toneladas/hectárea. Es importante señalar que este Departamento produce la yuca de mejor calidad para consumo humano (cuadro 3/1)

En relación a los precios al consumidor de la yuca, el cuadro 3/2 indica que en Bogotá el precio promedio en el año de 1974 fue de \$ 5,72 por kilogramo y en 1979 ascendió a \$ 14,48 (más de dos veces en 6 años). En la ciudad de Medellín en el año de 1974 el precio promedio de la yuca fue de \$ 4,74 y de \$ 13,70 en 1979, se observa así un comportamiento similar al anterior. En Cali en el año de 1974, el precio promedio de la yuca fue de \$ 5,70 y de \$ 14,83 en 1979. Esto demuestra que en las tres ciudades el precio fue muy parecido en términos de crecimiento.

3 PROCESAMIENTO DE LA YUCA

El consumo aparente de almidones en Colombia fue estimado en 82 834 toneladas para 1976 y 95 070 toneladas en 1981 /6/

Tales resultados /6/ tienen en cuenta la producción nacional, a la que se le restó las existencias

PROYECCION DEL CONSUMO APARENTE EN TONELADAS (FUENTE /6/)

AÑOS	CONSUMO HUMANO	CERVECERIAS	PAPELERIA TEXTIL	CONSUMO PROBABLE
1977	20 064	46 566	17 121	83 751
1978	20 809	47 578	19 010	87 397
1979	21 554	48 590	20 453	90 597
1980	22 299	49 602	21 972	93 873
1981	23 044	50 614	23 320	96 978

La proyección se realizó en /6/ mediante ajustes rectilíneos, con base en el crecimiento de la población y los planes del Ministerio de Agricultura

3 1 PRODUCCION NACIONAL DE ALMIDONES

La producción nacional de almidón se efectuó de acuerdo a la capacidad instalada en las empresas sin tener en cuenta la producción doméstica. Esta cifra es difícil de lograr debido a las variadas técnicas de extracción.

De las siete (7) fábricas considerables la más importante es Inyuca, Barranquilla, con una capacidad de 1 800 toneladas al año. Aprovecha solo el 70% de su capacidad por irregularidades en el suministro de materia prima.

La tabla siguiente muestra la producción nacional de almidones desde 1970 hasta 1976

PRODUCCION NACIONAL DE ALMIDONES EN TONELADAS (FUENTE /6/)

AÑOS	CONSUMO HUMANO	CERVECERIAS	PAPELERIA TEXTIL	TOTAL
1970	14 851	39 482	8 386	52 719
1971	15 596	40 494	9 668	65 758
1972	16 340	41 506	11 030	65 758
1973	17 085	42 518	12 473	68 876
1974	17 829	43 530	13 996	72 076
1975	18 574	44 542	15 599	78 715
1976	19 319	45 554	16 760	80 633

El consumo aparente y la producción de almidones se indica en la tabla siguiente

COMPARACION ENTRE EL CONSUMO APARENTE Y LA PRODUCCION DE ALMIDON /6/

AÑO	CONSUMO PROBABLE	PRODUCCION DE ALMIDON	DEFICIT
1977	83 751	74 222	(9 529)
1978	87 397	75 865	(11 532)
1979	90 597	81 845	(8 752)
1980	93 873	82 878	(10 998)
1981	96 978	81 196	(15 782)

4 PRODUCCION MUNDIAL

Los principales países productores de yuca en el año 1971 fueron (en miles Brasil con 29 464 toneladas, Indonesia con 14 451 toneladas, Zaire con 10 000 toneladas, Nigeria con 7 300 toneladas, la India con 5 216 toneladas y Colombia que alcanzó 1 200 toneladas. En total, la producción mundial de yuca fue de 92 222 toneladas.

Algunos países le dan cierto valor agregado a la yuca, es así como Brasil produce torta de yuca de forraje ganadero para uso interno. Otros países como Indonesia y Tailandia producen alimentos concentrados para animales, fundamentalmente para exportación.

Con la creación de nuevas variedades mejoradas de yuca que se estudian en algunos países pueden aumentarse los rendimientos hasta 60 toneladas/hectárea. Así podría llegar a tener una significación importante en el comercio internacional tanto para consumo directo como para la elaboración de forrajes, almidón y alcohol. El CIAT en Colombia ha logrado crear variedades con rendimientos por hectárea de 40 toneladas y sigue buscando mejorarlos. Además, el cultivo de la yuca tiene implicaciones de orden social ya que cada hectárea de yuca genera aproximadamente 100 empleos directos.

PRODUCCION MUNDIAL DE YUCA
 PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES
 AÑO 1971

PAIS	TONE LADAS (1000)
Brasil	29 464
Colombia	1 200
Paraguay	1 782
India	5 216
Indonesia	10 451
Tailandia	1 969
Angola	1 600
Burundí	1 577
Ghana	1 596
Madagascar	1 218
Mozambique	2 100
Nigeria	7 300
Tanzania	1 500
Togo	1 170
Uganda	2 150
Zaire	10 000
TOTAL DEL MUNDO	92 222

FUENTE Anuario Estadístico de la FAO, Vol 25, 1971 /B/

Según /9/, el mercado común europeo (M C E) ha tenido una demanda de pastillas de yuca que creció en un 15% desde 1971 a 1975, en ese período demandó 2,3 millones de toneladas. En 1976 las importaciones se incrementaron para el Mercado Común Europeo en más de un millón de toneladas y se esperaba llegara a 4 millones de toneladas en 1978. Los principales países consumidores son Holanda, República Federal Alemana, Bélgica y Francia

Los productos derivados de la yuca y usados como forraje son elaborados en su mayor parte en Tailandia e Indonesia. Estos productos son embarcados por medio del sistema de arrendamiento charter y transportados a Holanda. El comportamiento de los precios de la yuca fue estable, pero se han incrementado en los últimos años. Las normas de calidad se basan en el contenido de almidón, humedad, fibra y cenizas. Las importaciones de pastillas de yuca no debe contener más del 3% de adhesivos. En Europa la yuca se usa como alimento de animales y como sustituto de cereales por su alto contenido de almidón, o sea que este producto compite con los cereales en el M C E. Tiene un impuesto ad valorem del 6% en el M C E (es una pequeña barrera arancelaria). Por lo tanto no tiene competencia seria de cereales para alimento de animales. Por ello Colombia tiene posibilidades, especialmente la costa Atlántica, para participar en este mercado.

En Indonesia los suministros para el consumo humano limitan la industrialización de la yuca, de tal manera que la demanda supera a la oferta. En Colombia se considera el consumo de yuca por parte de la población estable y quedaría ^{un} excedente para su industrialización.

Hay que señalar que en Tailandia, existe factores que permiten el aumento de la producción de la yuca como son voluntad de los campesinos para mejorar la producción con base a tecnología y utilización de

maquinaria En Colombia también existen los factores para mejorar los rendimientos de la yuca Cabe indicar que para hacer una buena comercialización de la yuca, en términos de infraestructura, es necesaria una red vial que cubra las áreas de producción Además es conveniente introducir nuevas tecnologías en las distintas etapas

El almidón de yuca compete en el mercado, siendo Tailandia el principal exportador, le siguen en importancia Malasia y Brasil Los mayores compradores de almidón en el mercado mundial son Estados Unidos y Japón, sin embargo, estos países tienen producción interna que compete en parte con las importaciones

En Japón las importaciones están limitadas por el sistema de cuotas, y en Estados Unidos el mercado declina

La gran capacidad de la industria de Tailandia y el fracaso para encontrar un buen mercado externo a largo plazo sirven para dilucidar los problemas que enfrenta el mercado del almidón Ello contrasta con el caso de los alimentos animales

En el futuro el almidón debería orientarse en el caso colombiano a suplir la demanda interna en lugar de enfocarse a mercados de exportación

5 COMENTARIOS Y ESTRATEGIAS PARA EL PRODUCTO EN LA DECADA DE LOS OCHENTA

La yuca tiene una localización eminentemente regional

A pesar de ser un cultivo tradicional de subsistencia tiene un 40% de uso de maquinaria en la preparación de la tierra lo que indica que no existe dualismo tecnológico radical en el campo. Además, utiliza fertilizantes e insecticidas. En relación a la mano de obra, la labor de desyerbe es la que absorbe la mayor cantidad (62%)

Los rendimientos en la producción de yuca fluctúan entre 3 toneladas/hectárea y 18 toneladas/hectárea. Los métodos usados en siembra de yuca son por surcos y por caballón. Además, se puede sembrar sola o intercalada. El rendimiento promedio aumenta con el tamaño de la finca (ver cuadro 6/1)

En algunas zonas se usa alta tecnología para la producción de yuca

La yuca se usa en su mayor parte para consumo humano. Parcialmente como forraje y para industrializarla obteniéndose harina y almidón (ya sea dulce o agrio)

En relación al mercado de la yuca se puede señalar lo siguiente

Los aspectos de distribución, venta y consumo no han sido

estudiados suficientemente. Se conoce algo sobre la estructura de la producción. Sin embargo, ciertos aspectos del mercado pueden presentar serias implicaciones sobre la producción. La yuca se produce en sitios generalmente aislados a los centros de consumo. Este aislamiento se presenta entre los mismos cultivadores lo que dificulta la comercialización de la producción. El transporte es un factor limitante en el mercado del producto, obligando a veces al cultivador a vender en la finca. Los que utilizan transporte y llevan la yuca al mercado están forzados a vender al precio dispuesto por el intermediario. Es indudable la necesidad de estudiar la factibilidad de industrialización y consumo en regiones en donde se puede aumentar la producción, lo cual implica estudios de precios, oferta y demanda del producto y estudios sobre aspectos físicos del proceso de mercadeo.

Es importante señalar que en las regiones de la Costa Atlántica y los Llanos, existe la posibilidad de producir alcohol para la sustitución de la gasolina. Sin embargo, es conveniente señalar la necesidad de realizar un estudio en relación al impacto social en virtud del uso tan grande de tierras que se daría y si es justificable en términos de eficiencia energética.

En la Costa Atlántica dadas sus ventajas comparativas de localización, existe la posibilidad de exportar al Mercado Común Europeo

yuca secada al sol tarrajada y peletizada para consumo animal

Se señalan algunas estrategias más concretas que podrían seguirse en la década de los ochenta

Se pretende facilitar el proceso de especialización de la yuca dependiendo de las regiones y de las oportunidades (mercado, demanda por el producto, etc)

Una estrategia para la yuca sería la de buscar costos de producción más bajos tanto en su producción como en su procesamiento

Cuando se logren obtener 60 toneladas/hectárea en la producción de yuca, utilizando mecanización y/o insumos que permite elevar la eficiencia, se llegará a tener plantaciones de gran superficie

Al bajar los costos de producción para procesarla y tratar de producir alcohol, se tendría a) uso de tecnología sofisticada intensiva en capital, b) Esto llevaría a la concentración de tierras o sea que se aceleraría el paso de la yuca de la vía farmer a junker

Se deben desarrollar tecnologías que obtengan rendimientos no muy altos de yuca pero con el propósito de elaborar productos de valor más alto, por ejemplo harina panificable

Si se escoge la alternativa de Tarrajarla y hacer alimentos para animales (tipo Tailandia) sería con el propósito de crearla para el con-

sumo nacional y para exportación

Otra alternativa un tanto diferente a las anteriores sería la de tratar de mejorar los diferentes procesos industriales que ya existen tales como el lavado y el secado. Intentar mejorar el proceso mismo, ésto llevaría a obtener mejor calidad y por consiguiente más precio del producto.

Una última alternativa sería la de tratar de mejorar la distribución de la yuca a través de su congelamiento o mejorando el parafinado. Esto abriría la posibilidad de mejorar el mercado tanto interno como externo ya que se conservaría fresca por mucho tiempo.

Cualquiera de las alternativas señaladas que se sigan en Colombia llevan a pensar que la transformación para el cultivo de la yuca de su forma parcelaria tradicional a formas modernas (fincas familiares o plantaciones empresariales modernas) podría darse en esta década.

6,

REFERENCIAS

- /1/ Barre Raymond Desarrollo Económico, FCE, 1970, México,
- /2/ Kalmanovitz Salomon Desarrollo Capitalista en el campo Colombiano, Siglo XXI, Colombia Hoy
- /3/ Alvarez Payán Camilo Análisis Comparativo de tres sistemas de producción de yuca
- /4/ Díaz-Pinstrup Uso de insumos y nivel tecnológico CIAT, 1977,
- /5/ Díaz-Pinstrup Análisis económico en la producción de yuca CIAT, 1977,
- /6/ Bernal Mauricio y Prieto Molano Julieta Estudio de Factibilidad para la creación de una fábrica de almidón de yuca Uniandes, 1977
- /7/ Ministerio de Agricultura Cifras del sector agropecuario, 1979,
- /8/ FAO Anuario estadístico Volumen 25, 1971
- /9/ International Trade Centre Export Potencial and market requirement, Unctad/Gatt, Cassava, Geneve, 1977
- /10/ Pinstrup Andersen y otros Aspectos del Mercado de la yuca Facultad de Ingeniería Uniandes Además otros estudios del mismo autor
- /11/ Revista de Planeación y Desarrollo 1950-1975, Sector Agropecuario
- /12/ DANE Estadísticas del Sector Agropecuario, 1950-1975

TABLA 1 1 3 2/1

USO DE INSUMOS POR TAMAÑO DE FINCA (%)

	1 99 Has	2-9 99 Has	10	Total
Fertilizantes	12 3	24 1	21 7	19 8
Insecticidas	63 0	85 1	70 4	72 8
Fungicidas	-	2 3	0 9	1 1
Herbicidas	-	3 4	5 2	3 2
Semilla comprada	14 8	20 7	21 7	19 4
Crédito	7 0	25 0	23 0	18 0
Asistencia Técnica	7 0	8 0	15 0	9 0
Prep mecánica (tierra)	32 1	25 3	60 0	41 3

FUENTE /4/

TABLA 1 1 3 2/2

USO DE CREDITO POR TAMAÑO DE FINCA (%)

	Pequeña	Mediana	Grande	Total
Caja Agraria	7 0	25 0	15 0	15 0
Proinyucal	-	-	3 0	1 0
Bancos	-	-	1 0	0 3
Particulares	-	-	3 0	1 0
Total	7 0	25 0	23 0	18 3

FUENTE /4/

TABLA 1 1 3 2/3

USO DE ASISTENCIA TECNICA POR TAMAÑO DE FINCA (%)

Caja Agraria	-	1 0	-	0 3
Proinyucal	-	-	3 0	1 0
ICA	7 0	6 0	9 0	7 0
Fedecafé	-	1 0	3 0	1 0
Total	7 0	8 0	15 0	9 3

FUENTE /4/

TABLA 1 2/1

COSTOS VARIABLES DE PRODUCCION DE YUCA POR HECTAREA (%)

Insumos (semillas, fertilizantes, insecticidas)	8 %
Actividades	
- Preparación de la tierra	22 %
- Siembra, Res embra y Trazada	12 %
- Aporque, riego, drenaje, aplicación de insumos	6 %
- Desyerbes	45 %
- Cosecha	<u>7 %</u>
Costo variable total	100 %

FUENTE /5/

CUADRO 2/1

YUCA - SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO POR DEPARTAMENTOS

1976 - 1977

DEPARTAMENTOS	Superficie (has)		Producción (t)		Rendimiento (kg/ha)	
	1976	1977	1976	1977	1976	1977
Antioquia	17 000	15 310	136 000	145 445	8 000	9 500
Atlántico	11 100	12 000	77 700	132 000	7 000	11 000
Bolívar	9 000	12 000	90 000	120 000	10 000	10 000
Boyacá	15 000	15 000	120 000	124 500	8 000	8 300
Caldas	1 700	746	23 800	10 817	14 000	14 500
Caquetá	5 500	5 500	44 000	44 000	8 000	8 000
Cauca	25 000	17 000	150 000	88 400	6 000	5 200
Cesar	9 172	7 130	45 860	57 040	5 000	8 000
Córdoba	11 343	14 200	170 145	190 280	15 000	13 400
Guajira	532	1 261	5 320	16 897	10 000	13 400
Huila	11 650	5 379	59 250	31 736	5 000	5 900
Magdalena	11 570	20 000	115 700	202 000	10 000	10 100
Meta	7 286	13 000	65 574	122 200	9 000	9 400
Nariño	1 223	1 044	13 453	11 484	11 000	11 000
Norte de Santander	14 235	13 780	85 410	82 630	6 000	6 000
Quindío	1 400	1 180	19 600	20 060	14 000	17 000
Risaralda	500	700	8 000	9 450	16 000	13 500
Santander	33 800	28 000	270 400	224 000	8 000	8 000
Sucre	16 800	16 000	168 000	192 000	10 000	12 000
Tolima	12 000	14 000	96 000	85 400	8 000	6 100
Valle	7 500	5 100	82 500	62 220	11 000	12 200
TOTAL	223 311	218 330	1 845 712	1 972 609	8 265	9 035

FUENTE //

CUADRO 2/2

YUCA - PRECIOS AL CONSUMIDOR POR MESES SEGUN CIUDADES

NIVEL DE INGRESOS G-2 (EMPLEADOS)

1974 - 1979

AÑO	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sept	Octub	Nov	Dic	Promedio
BOGOTA													
1974	4 51	4 64	4 93	4 97	4 88	5 33	7 47	6 93	6 32	6 62	5 83	6 35	5 72
1975	7 82	8 06	8 12	8 27	8 87	8 65	8 93	8 41	8 41	8 53	8 53	8 20	8 40
1976	8 20	8 34	8 23	8 37	8 24	8 21	8 22	8 01	8 41	8 09	8 35	8 11	8 23
1977	8 24	8 16	8 54	8 89	8 46	8 68	8 87	9 14	8 88	8 67	9 08	9 07	8 72
1978	11 68	13 05	13 52	14 57	14 96	14 35	14 28	14 72	14 90	14 94	15 57	17 13	14 48
1979	17 56	19 46	19 94	19 52	19 20	19 50							
MEDELLIN													
1974	4 19	4 12	4 34	4 65	5 10	4 78	4 84	4 56	4 63	5 09	5 34	5 43	4 74
1975	6 12	5 95	5 96	6 29	6 26	6 43	6 55	6 74	7 25	7 85	8 02	8 25	6 81
1976	8 49	8 21	8 20	8 43	7 44	7 85	7 83	7 87	8 13	7 73	7 35	7 95	7 96
1977	7 88	7 68	8 32	8 50	8 69	9 12	8 87	9 18	9 22	9 47	10 20	10 55	8 97
1978	11 14	11 67	12 45	13 45	13 60	12 83	13 45	13 70	14 85	15 25	15 91	16 00	13 70
1979	18 22	17 88	21 54	20 88	18 48	18 66							
CALI													
1974	3 20	3 60	4 83	4 48	4 90	5 46	6 15	6 11	6 58	7 56	7 68	7 80	5 70
1975	8 34	8 79	9 11	7 50	9 18	8 42	7 91	8 50	9 11	8 74	8 91	9 31	8 65
1976	9 59	8 93	9 46	8 87	8 67	8 97	8 79	8 79	9 00	8 95	8 55	7 96	8 88
1977	10 25	9 93	10 77	10 86	10 71	10 43	10 69	10 94	12 03	12 14	12 57	13 04	11 20
1978	12 38	12 71	13 69	14 89	14 87	15 68	14 21	13 15	15 50	16 36	16 77	17 70	14 83
1979	19 04	17 78	19 58	20 72	19 98	18 86							

FUENTE DANE Y /5/

CUADRO 5/1

SUPERFICIE SEMBRADA-COSECHADA, PRODUCCION OBTENIDA Y
 PROMEDIO POR HECTAREA
 1968 YUCA

DEPARTAMENTO	SUP SEMBRADA	PROD OBTENIDA	RENDIMIENTO Kg/Ha
Antioquia	10 733	93 001	8 765
Atlántico	3 648	22 622	7 006
Bolívar	25 457	373 799	15 825
Boyacá	13 606	79 344	5 870
Caldas	3 914	29 371	7 504
Cauca	2 271	14 926	6 572
Córdoba	12 855	227 112	17 722
Cundinamarca	6 578	34 094	5 244
Huila	7 050	29 940	4 288
Magdalena	28 189	292 680	11 342
Meta	12 302	67 978	5 756
Nariño	4 289	12 605	2 941
Norte de Santander	11 675	72 730	6 343
Santander	17 547	85 541	4 924
Tolima	12 739	64 621	5 091
Valle del Cauca	2 234	15 062	6 742
TOTAL	175 127	1 515 436	8 650

FUENTE //

CIFI

Título - 511 -

SEGUNDA PARTE

+

↓

DESARROLLO DE TECNOLOGIA APROPIADA
PARA EL PROCESAMIENTO DE LA YUCA

POR

FRANCISCO RODRIGUEZ URRUTGO

LIDIA WEISMAN DE BENITO

MARIA VICTORIA FERNANDEZ

BOGOTA, SEPTIEMBRE DE 1980

CONTENIDO

HOJAS

	INTRODUCCION	1 1
1	Generalidades	1 1
2	Metodología del estudio	1 4
2 1	Identificación de Alternativas	1 4
2 2	Análisis Tecnológico de Alternativas	1 4
2 3	Análisis Económico de las Alternativas	1 5
2 4	Aspecto Social	1 5
2 5	Evaluación de Alternativas	1 5
	MARCO DE REFERENCIA	2 1
1	Generalidades	2 1
2	La Producción de Yuca en Colombia	2 3
3	Perspectivas	2 4
4	Cultivo y Cosechamiento	2 5
5	Procesamiento de la yuca	2 7
5 1	Harina y Almidón	2 8
5 2	Producción de Tarrajas (Chips) Y Pastillas (Pellets)	2 15
6	Referencias	2 17
	ALTERNATIVA MESA DE LIMONES (EL VERGEL)	3 1
3 1	Generalidades	
3 2	Materia Prima	3 1
3 3	Mercadeo	3 2
3 4	Proceso Tecnológico	3 3
3 4 1	Recibo de raíces	3 4
3 4 2	Pelado y Lavado de las raíces	3 4
3 4 3	Rallado	3 5
3 4 4	Colado	3 6
3 4 5	Decantado	3 6
3 4 6	Secado	3 7
3 4 7	Preparación y empaque	3 8
3 4 8	Subproductos	
3 4 9	Observaciones sobre el proceso tecnológico	3 9
3 5	Evaluación económica	3 12
3 5 1	Características de la alternativa	3 13
3 5 2	Determinación de la inversión para el cultivo de la yuca	3 14
3 5 3	Determinación de la inversión para el procesamiento de la yuca	3 16
3 5 4	Determinación del costo anual de la materia prima	3 17
3 5 5	Determinación del costo anual de procesamiento	3 18

3 5 6	Costo de transporte	3 19
3 5 7	Determinación del costo anual de producción	3 20
3 5 8	Determinación del costo de venta	3 20
3 5 9	Determinación de la utilidad	3 21
3 5 10	Tasa interna de retorno (anual)	3 21
3 5 11	Resumen de los costos de producción	3 27
3 5 12	Resumen de estados de pérdidas y ganancias	3 31
3 6	Conclusiones	3 34

4	ALTERNATIVA DE LA REGION DEL NILO (TOLIMA)	4 1
4 1	Generalidades	4 1
4 2	Materia prima	4 1
4 3	Mercadeo	4 4
4 4	Proceso Tecnológico	4 5
4 4 1	Recolección de la cosecha y recibo	4 5
4 4 2	Pelado	4 6
4 4 3	Rallado	4 6
4 4 4	Colado	4 7
4 4 5	Decantado	4 8
4 4 6	Secado	4 8
4 4 7	Preparación y empaque	4 9
4 4 8	Observaciones sobre el proceso tecnológico	4 9
4 5	Evaluación Económica	4 12
4 5 1	Características de la alternativa	4 13
4 5 2	Determinación de la inversión para el cultivo de la yuca	4 14
4 5 3	Determinación de la inversión para el procesamiento de la yuca	4 14
4 5 4	Determinación del costo anual de la materia prima	4 15
4 5 5	Determinación del costo anual de procesamiento	4 16
4 5 6	Costos de transporte	4 17
4 5 7	Determinación del costo total anual de producción	4 17
4 5 8	Determinación del costo de venta	4 17
4 5 9	Determinación de la utilidad	4 18
4 5 10	Tasa interna de retorno (anual)	4 18
4 5 11	Resumen del costo de producción	4 21
4 5 12	Resumen del estado de pérdidas y ganancias	4 22
4 6	Conclusiones	4 23
4 7	Innovación en el rallado	4 25

5	ALTERNATIVA REGION DEL CAUCA (SANTANDER DE QUILICHAO Y MONDOMO)	5 1
5 1	Generalidades	5 1
5 2	Materia prima	5 2
5 3	Mercadeo	5 3
5 4	Proceso Tecnológico	5 3

5 4 1	Almacenamiento	5 4
5 4 2	Prelavado y Pelado	5 4
5 4 3	Rallado	5 5
5 4 4	Colado o Cribado	5 6
5 4 5	Decantado y Sedimentación	5 7
5 4 6	Fermentación	5 8
5 4 7	Secado	5 9
5 4 8	Preparación y Empaque	5 10
5 4 9	Subproductos y desechos	5 10
5 4 10	Observaciones sobre el proceso tecnológico	5 12
5 5	Evaluación económica	5 15
5 5 1	Evaluación económica A (Producción mínima)	5 16
5 5 2	Evaluación económica B (Producción máxima)	5 26
5 6	Conclusiones	5 36
5 7	Referencias	5 42

6	ALTERNATIVA REGION DE LOS LLANOS ORIENTALES (ACACIAS)	6 1
6 1	Generalidades	6 1
6 2	Materia prima	6 1
6 3	Mercadeo	6 2
6 4	Proceso tecnológico	6 2
6 4 1	Pelado	6 3
6 4 2	Rallado	6 3
6 4 3	Colado	6 4
6 4 4	Sedimentación o decantado	6 5
6 4 5	Fermentación	6 6
6 4 6	Secado	6 7
6 4 7	Preparación y empaque	6 8
6 4 8	Subproductos	6 8
6 4 9	Observaciones	6 9
6 5	Evaluación económica	6 10
6 5 1	Características de procesamiento	6 11
6 5 2	Determinación de la inversión para el procesamiento de la yuca	6 12
6 5 3	Costo anual de materia prima	6 13
6 5 4	Determinación del costo anual de procesamiento	6 13
6 5 5	Costo de transporte	6 14
6 5 6	Determinación del costo total anual de producción	6 14
6 5 7	Determinación del costo de venta	6 14
6 5 8	Determinación de la utilidad anual total	6 15
6 5 9	Tasa interna de retorno (anual)	6 15
6 5 10	Resumen del costo de producción	6 17
6 5 11	Resumen de estado de pérdidas y ganancias	6 17
6 6	Conclusiones	6 18

7	PROPUESTA DE INTRODUCCION DE LA RALLADORA Y COLADORA DE PEDALES	7 1
7 1	Objetivo	7 1
7 2	Ralladora y Coladora de pedales	7 1
7 2 1	Máquina ralladora	7 2
7 2 2	Máquina coladora	7 4
7 3	Evaluación de alternativas	7 8
7 3 1	Aspecto técnico	7 8
7 3 2	Aspecto económico	7 11
7 4	Análisis	7 15
7 5	Referencias	7 16
7 6	Planos de la ralladora de pedales	7 18
7 7	Planos de la coladora de pedales	7 36
8	PROPUESTA DE INNOVACION PARA PRODUCIR TARRAJAS (CHIPS)	8 1
8 1	Propósito	8 1
8 2	Proceso tecnológico en la producción de tarrajas de yuca	8 2
8 2 1	Recibo de las raíces frescas	8 2
8 2 2	Lavado de las raíces	8 2
8 2 3	Tarrajada de la yuca	8 3
8 2 4	Secado de las tarrajas	8 4
8 2 5	Diferentes procesos finales	8 10
8 3	Análisis de la máquina	8 13
8 3 1	Cálculos	8 13
8 3 2	Poleas	8 17
8 3 3	Potencia del motor	8 17
8 3 4	Rodamientos	8 18
8 3 2	Características de la máquina tarrajadora de yuca /B/	8 22
8 3 3	Descripción y montaje	8 23
8 3 4	Mantenimiento	8 23
8 4	Evaluación económica	8 25
8 4 1	Evaluación económica A	8 26
8 4 2	Evaluación económica B	8 35
8 5	Conclusiones	8 42
8 6	Referencias	8 44
9	JERARQUIZACION DE ALTERNATIVAS	9 1

1 INTRODUCCION

1 1 GENERALIDADES

En el caso colombiano, la yuca juega un papel importante dentro de la economía campesina del sector tradicional y/o agricultura de subsistencia en diversas regiones del país. Representa a su vez el modo de vida de una numerosa población rural, constituida en su mayoría por familias campesinas que utilizan formas de explotación tradicionales y están generalmente localizadas en pequeñas parcelas. Este grupo social está en inferioridad de condiciones en relación a los grupos que se dedican a la agricultura comercial.

El aspecto más significativo en el desarrollo colombiano está representado en el auge del sector agrícola comercial de productos tales como el café y el algodón, el cual se explica en buena parte por la demanda del mercado internacional y la absorción de insumos del sector industrial.

Los integrantes del sector comercial de la agricultura tienen acceso a las innovaciones tecnológicas, biológicas, químicas y mecánicas de los insumos agrícolas, como son las semillas mejoradas, y de las distintas etapas de explotación, preparación de la tierra, sembrado, cosecha y post-cosecha. El proceso se puede ejemplarizar en el paso del café arábigo al catarra, el cambio de la fibra

de algodón, la fumigación del área de cultivo, la utilización de pesticidas, la maquinaria agrícola, etc que corresponden al proceso de modernización, caracterizado también por la especialización y el aumento en el tamaño de las fincas

A diferencia de los países desarrollados, la industria colombiana no desempeña el papel que se le asigna respecto de la capacidad de absorber la mano de obra desplazada del campo a la ciudad. Esta mano de obra se desplaza hacia el sector servicios (transporte, distribución informal de bienes y servicios, como vendedores ambulantes) concentrando en las ciudades una gran masa de población. Ello determina las características de nuestras ciudades diferenciadas del proceso de urbanización de países industrializados "marginalidad", "dualismo", "hacinamiento", "sector informal", etc

La amortiguación de estos problemas sociales por parte del sector servicios, trae como consecuencia la elevación de costos tributarios provocados por el subsidio del transporte, la burocracia del sector oficial, problemas laborales, etc

La alternativa de emprender el desarrollo en la agricultura tradicional da la oportunidad de disminuir el desempleo y la migración, y aumentar la producción de alimentos indispensables para la población. Estos son precisamente los objetivos de la búsqueda de una tecnología apropiada

La puesta en marcha de programas en este sentido, como el DRI, requiere de diferentes opciones tecnológicas, para que los recursos financieros disponibles sean distribuidos en forma racional

Es clara entonces la necesidad de estudiar el procesamiento de alimentos de subsistencia en la agricultura tradicional con el fin de complementar los esfuerzos que vienen adelantando en el sector agrícola diversas entidades, como por ejemplo CIAT, ICA y FEDECAFE

La idea de procesar los productos lo más cerca posible al sitio de cultivo con tecnologías apropiadas permite disminuir substancialmente sus pérdidas y abastecer en forma directa el mercado local, disminuyendo los problemas de conservación y permitiendo a la región absorber una parte substancial de los beneficios con mayor empleo

El propósito es generar una tecnología con una baja inversión por parte del campesino, tratando de disminuir los costos de producción y poder competir en calidad y precio con los productores que utilizan tecnología en gran escala. Esto garantizará una mayor aceptabilidad a la adquisición de las innovaciones tecnológicas por parte de los pequeños productores

1 2 METODOLOGIA DEL ESTUDIO

1 2 1 IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS

Se recolectó la información referente a los procesos de las diferentes alternativas representativas de procesamientos existentes así como de las diferentes opciones que se han planteado, mediante el estudio de campo y la evaluación de la información existente

Especial atención se dió a las posibilidades del almidón y la harina de yuca, dada su potencialidad más inmediata. Las características y los aspectos económicos de la materia prima y el mercado se obtuvieron de los estudios existentes en entidades tales como el Centro Internacional de Agricultura Tropical, el Instituto de Investigaciones Tecnológicas, la Federación de Cafeteros y otros

1 2 2 ANALISIS TECNOLOGICO DE ALTERNATIVAS

Utilizando la metodología detallada en la publicación "Tecnología Intermedia" de Francisco Rodríguez y Jorge Zapp, se realizó un análisis de las diferentes alternativas para el procesamiento de la mandioca, teniendo en cuenta el nivel de tecnología

1 2 3 ANALISIS ECONOMICO DE LAS ALTERNATIVAS

Se determinaron los costos anuales por tonelada del producto para las diferentes opciones incluyendo los siguientes items

- Estimación de las necesidades de mano de obra por año
- Determinación de las inversiones en el proyecto
- Costos indirectos de procesamiento
- Costos de embalaje
- Costos de transporte
- Otros costos

1 2 4 ASPECTO SOCIAL

Para las diferentes opciones se relacionó la tecnología ex stente con la forma de producción campesina encontrada en las regiones representativas. Se analiza en los diferentes casos la incidencia del costo y tipo de la mano de obra sobre el procesamiento del tubérculo.

Se muestran los cambios de la tecnología como representativos de la estructura social existente en cada zona.

1 2 5 EVALUACION DE ALTERNATIVAS

El análisis presentado ordena las alternativas estudiadas con el propósito de facilitar su elección y lograr las mejoras necesarias.

2 MARCO DE REFERENCIA

2 1 GENERALIDADES

La yuca es una planta perteneciente a la familia de las liliáceas, en la actualidad se conocen cerca de treinta especies localizadas en el sur de los Estados Unidos, México y América de¹ Sur. Las especies más comunes son la yuca filamentososa de tronco corto, hojas largas y punzantes, bordes deshilachados y que produce una gran cantidad de flores blanco-amarillentas. La yuca oleófila cuyo tronco alcanza normalmente alturas de 5 a 6 metros, tiene hojas de un verde grisáceo y flores rojizas. Otra variedad conocida es la yuca brebifolia, la cual presenta un tronco ramoso de 5 a 10 metros /8/

La yuca es una planta ornamental vistosa particularmente por su amplio copete que emerge entre las hojas con flores abundantes y llamativas.

La fertilización de la yuca se efectúa por medio de una polilla del género "pronubas". La hembra de este insecto toma el polen del estambre de una flor, penetra después en otra, donde deposita un huevo del cual saldrá un nuevo insecto que se alimenta de parte de las semillas que se desarrollan y deja parte para la propagación de la planta /8/

En México los indígenas utilizaban las fibras que proporcionan las

hojas de la yuca para efectuar tejidos bastos, utilizando también las flores como alimento y en otras ocasiones como forraje /8/

La mandioca, como se conoce especialmente en el Brasil crece en las zonas cálidas del continente suramericano. La parte aprovechable de la mandioca es la raíz tuberosa que puede alcanzar hasta un metro de longitud. Si se monda la raíz y se somete a una leve presión se extrae un jugo que está tóxicamente contaminado en el momento de la recolección, pero que se vuelve inofensivo bajo presión moderada y a un nivel de temperatura tibio.

Una vez que las prensas han eliminado el líquido, se tuestan las raíces en planchas calientes obteniendo como resultado una harina rica en almidón, conocida mundialmente como tapioca, de un grano grueso, bordes angulosos y textura firme y elástica. Las tribus brasileñas y de otros países americanos utilizan la harina de mandioca para amasar pan y en los centros un poco más civilizados se usa en el cocimiento de sopas.

Es bien conocido que la yuca es un alimento muy importante en la dieta común de muchos de los países en vías de desarrollo, y aún en los industrializados está tomando mucho auge para consumo animal.

LA PRODUCCION DE YUCA EN COLOMBIA

En la actualidad la yuca no es un cultivo comercial importante y el grado de mecanización es bajo, mientras que por el contrario se encuentra en un grado de alta utilización de mano de obra. Existen cerca de 160 000 hectáreas destinadas a la producción de yuca, en parcelas cuya extensión varía generalmente entre 1 y 5 hectáreas y en mezcla con otros cultivos.

La casi totalidad de la yuca cultivada (un 90%) se destina al consumo humano y aproximadamente unos 3/4 de la producción se concentra en la Costa Atlántica en donde la yuca, que es baja en contenido proteínico pero rica en calorías, es un alimento tradicional que constituye el primer componente básico de la alimentación rural y urbana de bajos ingresos.

Existe un muy limitado comercio interregional a causa de la poca durabilidad que presenta el producto adicionando ésto a los problemas de transporte. Cada región prácticamente se autoabastece y de hecho el mercado nacional lo constituyen pequeñas áreas independientes. No existen organizaciones del mercado para este producto ni tampoco precios de sustentación.

PERSPECTIVAS

El Gobierno colombiano busca un incremento en la producción de yuca, concediendo créditos para cultivos experimentales, asistencia técnica a los pequeños cultivadores y promoviendo el uso de pesticidas y fertilizantes. Bastante investigación se ha adelantado por parte del ICA en el Valle del Cauca y en la Costa Atlántica en procura de aumentar los rendimientos por hectárea y mejorar la calidad y la vida útil de las raíces. El Gobierno, por intermedio de PROEXPO, se ha interesado en desarrollar la industria de almidón de yuca no solamente para atender las necesidades de mercados nacionales sino también la búsqueda de oportunidades de exportación.

De acuerdo con los datos suministrados por OPSA, existen varias firmas extranjeras vivamente interesadas en el montaje de industrias procesadoras de almidón de yuca en Colombia, con el objeto de poder atender la gran demanda que del producto existe en los Estados Unidos y en los países de la Comunidad Europea de Naciones.

El Ministerio de Agricultura promueve la colaboración entre firmas nacionales y extranjeras para cumplir con los propósitos mencionados. A partir del año 1960, la producción ha venido presentando un incremento del 7% anual debido al aumento del área cultivada y a un mayor rendimiento por hectárea, según los datos suministrados por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas.

2 4 CULTIVO Y COSECHAMIENTO

Es indispensable que el cultivo y el cosechamiento de la yuca se realicen de una manera adecuada y en el tiempo necesario, ya sea manualmente o utilizando técnicas mecánicas, con el propósito de que las raíces de yuca en el momento en que vayan a ser procesadas, cumplan ciertas características como son, buen contenido de humedad, tamaño apropiado y otros factores que no afecten sus propiedades nutricionales una vez estén procesadas

El cosechamiento mediante técnicas mecánicas tiene por objetivo reducir la mano de obra y disminuir el daño en las raíces, pero a su vez presenta varios problemas en lo referente a costos de herramientas y maquinaria, otro problema que surge, es que la escala de producción debe ser grande, para que el cosechamiento mecánico sea rentable, o lo que es lo mismo, la capacidad de producción determina el uso de métodos mecánicos para el cosechamiento. El cuadro 2 4/1, según /1/, da una idea del cosechamiento manual en tiempo y costos, en diferentes lugares del mundo. Se sugiere el uso de técnicas mecánicas, cuando el cosechamiento de las raíces, necesite de 13 a 16 días hombre/hectárea

El procesamiento de la yuca requiere de un suministro bien coordinado de las raíces frescas. Se recomienda un control de calidad a las mismas para observar su estado real, con el fin de rechazar

aquellos tubérculos que presenten un estado de deterioro muy avanzado, caracterizado por la descomposición de los tejidos y acompañado por una decoloración que permite la entrada de gérmenes patógenos. Aquellas raíces frescas que no pueden o no alcanzan a ser procesadas, ya sea porque hay demasiada cantidad para procesar o por alguna otra razón, deben ser almacenadas para evitar su descomposición y el consecuente ataque de bacterias y gérmenes. En el almacenamiento hay que considerar factores ambientales como son la temperatura, la humedad y la aireación. Por lo general las raíces se dejarán en tierra, hasta el momento de procesarlas o consumirlas, o también se pueden utilizar zanjas, sótanos o silos para su almacenamiento. La reducción de la temperatura muestra según investigaciones que el producto se puede conservar por períodos de tiempo más largos /9/, pág. 117.

Las raíces de yuca se deben recoger entre el décimo mes y el decimosegundo mes, aunque el máximo tamaño se obtiene cerca del decimoquinto mes, con el inconveniente de que la yuca en este tiempo se vuelve más fibrosa, lo cual causa dificultades en el procesamiento, aunque pierde cierto contenido de humedad, favoreciendo en parte la elaboración de las tarrajas de yuca y su posterior secamiento.

PROCESAMIENTO DE LA YUCA

La figura 2 5/1 muestra en forma global los productos que se pueden obtener con el procesamiento de la yuca y las rutas alternativas para llegar a ellos

El consumo de la yuca, se realiza en diferentes formas que implican siempre una transformación mínima de la raíz, como es el pelado, corte, remojo y cocido. En algunas ocasiones permite una ligera fermentación para cambiar el sabor del alimento

Es importante anotar que ciertas variedades del tubérculo contienen ácido prúsico (HCN) altamente tóxico, que se debe separar por eliminación de la humedad, en el lavado y rallado o por evaporación durante el cocimiento o el secado al sol /2/

Se puede obtener alcohol etílico a partir de este tubérculo, mediante transformaciones que incluyen el rallado de la raíz y su posterior sacarificación, fermentación y destilación. En Brasil, este alcohol se utiliza actualmente para sustituir parte de la gasolina destinada a los automóviles /4/.

En Colombia, se está considerando esta alternativa como solución para reemplazar fuentes de energía no renovables /5/

2 5 1 HARINA Y ALMIDON

La harina y el almidón (figura 2 5 1/2), tomada de /6/, son productos que se obtienen del procesamiento de la yuca. Es importante establecer claramente las diferencias entre ellos.

La harina de yuca se obtiene mediante el pelado y tarrajado de las raíces, su posterior secado y molienda hasta convertirla en polvo de textura fina. Por otra parte, la harina de yuca, tal cual se la fabrica en la actualidad, no parece adecuada en la utilización de harinas compuestas para panadería, debido a su baja calidad.

No se encontró estimativo alguno sobre la cantidad de harina que se produce en el país dado que no se procesa comercialmente.

Existe un extenso estudio de la Federación Nacional de Cafeteros para el establecimiento de una planta de harina de yuca.

Para producir almidón se lavan y rallan las raíces con el fin de romper las celdas que contienen el polisacárido, luego se cuele con agua la masa resultante y se sedimenta el almidón. Posteriormente se seca al sol y se empaca /2/.

La fermentación del sedimento da origen al almidón agrio, el cual contiene una gran cantidad de ácido láctico y se usa exclusivamente en la industria de alimentos /2/ y /6/.

La figura 2 5 1/3 relaciona la gran variedad de usos que tienen los almidones, incluido el de la yuca. La dextrina y otros productos, se obtienen a partir del almidón por la acción aislada o combinada de agentes químicos, enzimas y calor //

Respecto a la producción de almidón, existe un gran número de pequeñas industrias que dependen de factores tales como el clima, la oferta, la demanda y las fuertes variaciones estacionales del suministro de raíces. Debido a esta situación, el montaje de unidades de alta capacidad de almacenamiento y procesamiento no es atractivo para la producción orientada al consumo directo de los sectores de bajos ingresos. Más aún teniendo en cuenta la heterogeneidad en calidad y precio.

El almidón agrio y dulce, es el derivado de la yuca de mayor producción en Colombia. La variedad dulce se utiliza en las industrias de adhesivos, papel y textiles. La figura 2 5 1/2 lista los estándares de calidad establecidos por la industria para el almidón de maíz, los cuales se aplican también a otros tipos de almidón. En el caso de la industria de salchichas, las especificaciones corresponden a almidón agrio.

Los pequeños productores rurales de almidón tienen dificultades para cumplir con las especificaciones exigidas por la industria, debido a la forma rudimentaria que utilizan para procesar las raíces.

Concretamente se puede relacionar el mal lavado con el alto contenido de cenizas en el producto final, el colado deficiente, la remoción defectuosa de la mancha y el secado al sol con la gran cantidad de fibra, la proteína y el alto contenido de humedad no uniforme presentes en el almidón /6/

El análisis económico y tecnológico de las distintas alternativas de transformación de la yuca es esencial, pues asegura la viabilidad de nuevas técnicas y permite descubrir los cuellos de botella en las distintas etapas del procesamiento. Así es posible sugerir cambios en los que se puede analizar la posibilidad de aumentar la utilidad en relación a la inversión, elevar el rendimiento de la yuca, organizar la mano de obra, mejorar la calidad del producto final o introducir nuevos productos

En el estudio de campo se ha detectado que en todas las etapas de procesamiento la materia prima y la mano de obra constituyen el componente fundamental

Es muy importante tener en cuenta la relación entre el precio del producto final, el precio de las raíces frescas y la rentabilidad del proceso

La planta más importante de producción de almidón de yuca es INYUCAL S A de Barranquilla, la que junto con DELMAIZ situa-

da en Medellín (filial de COLTEJER) procesan aproximadamente un 90% del almidón de yuca del país. El almidón de yuca es destinado al proceso de elaboración de adhesivos para textiles y para el consumo en panadería.

La capacidad máxima de INYUCAL es de 70 000 toneladas de raíces anuales, lo cual significa la obtención de un rendimiento del 20%, una producción de 14 000 toneladas anuales con posibilidad de ampliar la producción 4 000 toneladas más. De acuerdo a las directivas de INYUCAL y AGROSAN (una pequeña planta procesadora), se puede estimar entre 10 000 y 12 000 toneladas la producción del resto del país, representada por una serie de pequeñas fábricas dispersas en el territorio. Tales fábricas se encuentran localizadas especialmente en la zona norte, central y oriental de Colombia, y no se pueden considerar como de nivel comercial en el momento.

2 5 1 1 PRODUCCION DE ALMIDON EN COLOMBIA

Para el análisis propuesto en el presente proyecto, se hace necesario dar una visión global de la producción de almidón en el país, para ello, se ha utilizado la información de la referencia /10/

De acuerdo a las estadísticas de producción para los años 70 a 76 era de

AÑO	PRODUCCION EN TONELADAS
1 970	52 719
1 971	65 758
1 972	65 758
1 973	68 876
1 974	72 076
1 975	78 715
1 976	80 633

Datos con los cuales se ha realizado una proyección bianual de producción así

AÑO	TONELADAS
1 980	93 528,5
1 982	100 730,2
1 984	108 486,4
1 986	116 839,9

De igual forma, las estadísticas de demanda de almidón que se poseen son

AÑO	TONELADAS
1 977	83 751
1 978	87 397

y la proyección de demanda será

AÑO	TONELADAS
1 980	95 172,1
1 982	103 638,9
1 984	112 858,9
1 986	122 899,1

Comparando las proyecciones antes mencionadas, se observa un notable déficit de producción para el consumo interno discriminado así

AÑO	TONELADAS
1 980	1 643,6
1 982	2 908,7
1 984	4 372,5
1 986	6 052,2

El déficit genera por lo tanto, una cierta demanda de yuca y dado que de acuerdo a encuestas realizadas en el país, se necesitan 6 cargas de yuca para producir una de almidón, se tiene que la demanda de yuca estimada será de

AÑO	TONELADAS
1 980	11 505,2
1 982	20 360,9
1 984	30 607,5
1 986	42 365,4

Si se supone un rendimiento promedio para el país de 8 toneladas por hectárea sembrada, el área que se requiere sembrar para obtener el equilibrio de la oferta y la demanda será de

AÑO	HECTAREAS
1 980	1 438,2
1 982	2 545,1
1 984	3 825,9
1 986	5 295,9

Ahora bien, se llaman pequeños agricultores, aquellos que siembran un promedio de 4 hectáreas de yuca, lo cual representa según encuestas del año 1 971, aproximadamente el 60% de los sembradores del país. El promedio de superficie sembrada de yuca por ellos, es de 2,8 hectáreas, con lo cual el número de sembradíos nuevos para el equilibrio de la demanda será de

AÑO	SEMBRADIOS
1 980	513,6
1 982	908,9
1 984	1 366,4
1 986	1 891,3

2 5 2 PRODUCCION DE TARRAJAS (CHIPS) Y PASTILLAS (PELLETS)

Las tarrajas o trozos de yuca, se pueden utilizar como alimento para consumo humano o para consumo animal. Para consumo humano, la yuca en forma de tarrajas casi no es utilizada, aunque en un futuro no se descarta la posibilidad de ser un sustituto de otros productos similares, ya que tiene buenas propiedades alimenticias como se observa en el cuadro 2 5 2/1, tomado del I C B F

El 80% de la producción mundial de yuca se destina al consumo humano /1/, pero por lo general no en forma de trozos

Los trozos de yuca, son preferencialmente utilizados para consumo animal. Esta industria apenas está cogiendo fuerza en algunos países industrializados, aunque en otras naciones como Tailandia, Indonesia y Malasia está muy bien establecida y organizada /3/

Habiéndose originado la yuca en Sur América y de allí pasado a Asia y a Africa, los grandes productores son los países asiáticos como Tailandia, que ocupa el noveno lugar en la producción mundial. Es, además, el principal exportador de tarrajas debido a que la yuca no es muy importante en la dieta común. Los otros grandes productores como Brasil, Nigeria, Indonesia y Malasia utilizan la yuca para consumo humano, siendo importante en la dieta común /9/

Las tarrajas de yuca presentan diferencias en la calidad del producto final, dependiendo del país en donde son elaboradas. Los trozos de Tailandia, Indonesia y Malasia, principales productores, se diferencian en sus características físicas y alimenticias.

La calidad del producto se ve alterada, entre otros, por los factores siguientes:

- Cortos períodos de secado, en donde el contenido de humedad es igual o mayor al 20%, lo cual permite el crecimiento de bacterias y la formación de moho.
- La falta de limpieza o lavado de las raíces antes de la elaboración de los trozos, que desmejoran la calidad alimenticia del producto final debido a la presencia de arena, tierra y mugre en las yucas frescas, además contribuye al desgaste de la máquina tarrajadora y al aumento en los costos de mantenimiento de la misma.

Estas alteraciones en la calidad de las tarrajas, pueden ser corregidas utilizando determinados procesos tecnológicos, lo cual disminuye el valor nutricional del producto e incrementa los costos.

En Colombia, la situación actual de la yuca procesada, en especial de los trozos o tarrajas, es riesgosa, debido principalmente a los altibajos en los precios del tubérculo.

En el CIAT, Palmira, los experimentos con los trozos de yuca para alimento animal, en especial cerdos han comprobado su eficiencia alimenticia en el crecimiento y engorde de los mismos

27

REFERENCIAS

- /1/ Phillips, Truman P Economic Implications of New Techniques in Cassava Harvesting and Processing (tomado de Cassava Harvesting and Processing", IDRC-114 e)
- /2/ Meuser, Friedrich Cassava Flours and Starches Some Considerations (tomado de "Cassava Harvesting and Processing", IDRC-114 e)
- /3/ Best, Rupert Cassava Processing for Animal Feed (tomado de "Cassava Harvesting and Processing", IDRC-114 e)
- /4/ De Menezes, Tobías J B Alcohol Production from Cassava (tomado de "Cassava Harvesting and Processing", IDRC-114 e)
- /5/ Navarro Serrano, Alfredo Alcohol etílico (etanol) combustible obtenido por fermentación de productos y desechos agrícolas Ecopetrol
- /6/ Salazar de Buckle, Teresa, et al , Small-Scale Produc-

tion of Sweetand Sour Starch in Colombia (tomado de "Cassava Harvesting and Processing", IDRC-114 e)

- /7/ Holleman, L W J y Aten, A Processing of Cassava and Cassava Products in Rural Industries FAO, 1956
- /8/ De Herrera, Fabiola Estudio de la Yuca en la Región de Nilo U de los Andes, 1980
- /9/ Ngugen Con Thanh Technology of Cassava Chips and Pellets in Thailand
- /10/ Tanganife, Edgar Análisis y desarrollo de una alternativa para la producción de almidón de yuca a nivel de pequeña industria U de los Andes, 1979

PAIS	DIAS-HOMBRE/HA	COSTO US\$/HA
Tailandia	19 9	1058
Colombia	30 7	1702
Colombia	24 6	736
Brasil (Bahía)	26 3 - 30 1	1637,6 - 1881,4
Nigeria	28-60	-
Caribe	17 3 - 23 7	-
Zaire	60	-
Jamaica	12 6 - 46 9	-

COSECHAMIENTO MANUAL DE LA YUCA EN ALGUNOS PAISES

CUADRO 2 4/1

FUENTE /1/, PAG 68

Característica	Cartón	Papel	Panadería	Salchichas
Humedad (rango de %)	7 - 14 0	11 0 - 12 0	14 0	11 0 - 13 0
Grasa (% máximo)	0 04	ausente	0 7	ausente
Fibra cruda (% máximo)	-	ausente	-	0 1
Proteína cruda N x 6 25 (% máximo)	0 35	0 5	0 6	0 4
Cenizas (% máximo)	0 10	0 40	0 2	0 2
Color	Blanco	Blanco	Amarillo claro	Amarillo claro
pH (suspensión acuosa)	5 0	7 0	4 2 - 5 5	6 0
Viscosidad Scott (frío)	80 - 100	-	-	-
Viscosidad Scott (caliente)	-	75	-	90 - 100
Temperatura de gelatinización (° C)	74	70 - 75	-	80 - 82

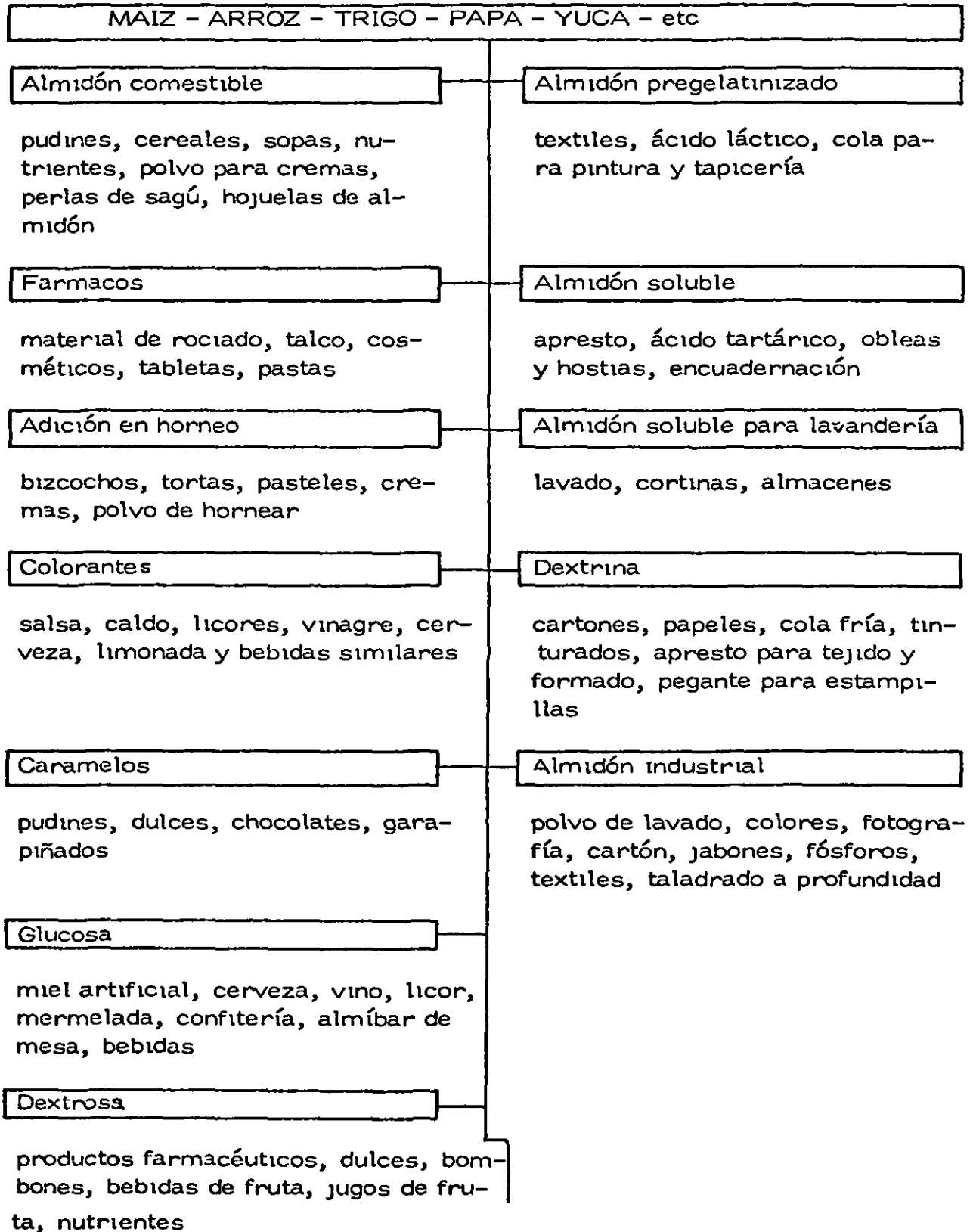
ESPECIFICACIONES DE CALIDAD PARA ALMIDON EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA

FIGURA 2 5 1/2

FUENTE /6/, Pág 27

FIGURA 2 5 1/3

APLICACIONES DEL ALMIDON



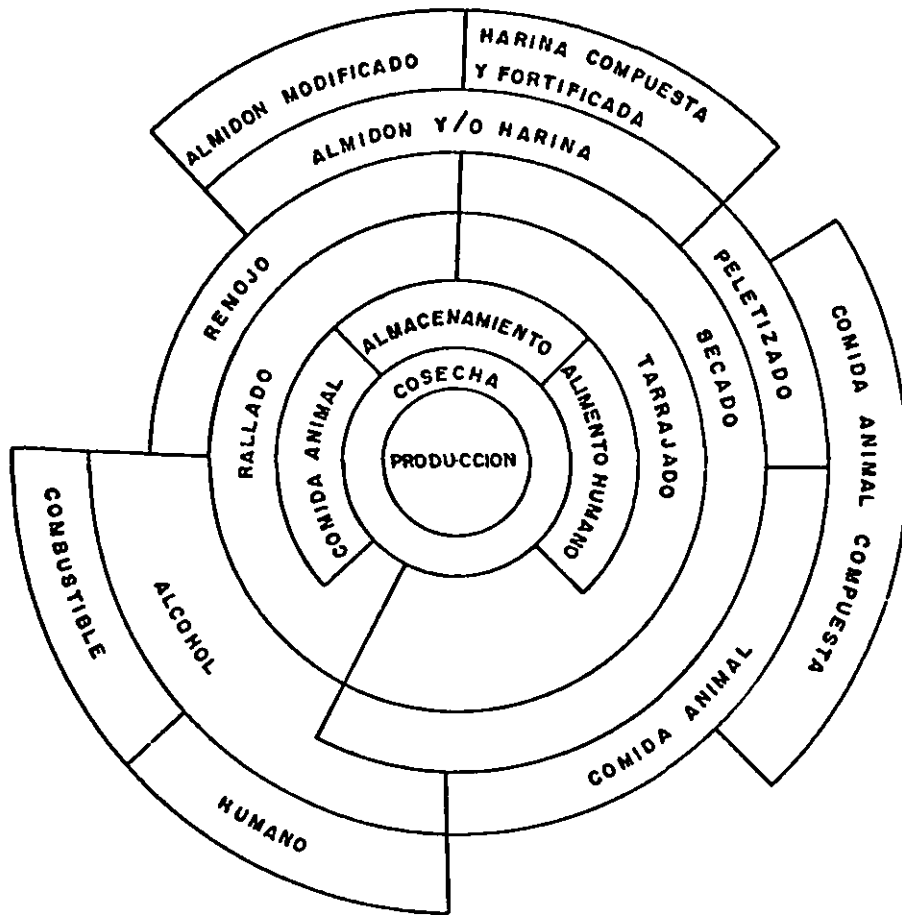


FIGURA 2 5 / 1
SISTEMA DE PROCESAMIENTO
POSTCOSECHA PARA LA YUCA
FUENTE / / /

Nombre del Alimento	Descripción	Parte Comestible %	Calorías	Carbohidratos	Calcio %	Proteínas	Vitamina A	Tiamina mg
Arracacha Amarilla	Raíces sin cáscara	85	100	24	26	0 9	190	0 06
Batata	Tubérculo sin cáscara	80	89	21 1	25	1 2	500	0 07
Ñame	Tubérculo sin cáscara	85	105	24 1	8	2 4	0	0 14
Papa común	Tubérculo sin cáscara	80	91	21 1	7	1 9	0	0 08
Maíz Blanco	Grano entero	100	328	71 2	7	7 6	0	0 32
Arroz	Blanco Pulido	100	359	78 8	9	7 8	0	0 07
Trigo	Grano entero	100	314	69 3	50	10 8	0	0 36
Cebada	Grano entero	100	311	69	45	10 2	0	0 47
Yuca Blanca	Raíz sin cáscara	80	146	35 5	27	0 8	10	0 04

COMPARACION ALIMENTICIA DE VARIOS PRODUCTOS

CUADRO 2 5 2/1

FUENTE ICBF

3 ALTERNATIVA MESA DE LIMONES (EL VERGEL)

3 1 GENERALIDADES

Se presenta a continuación la alternativa correspondiente a la Mesa de Limones en el Departamento del Tolima. Se trata aquí de una operación integrada que comprende no sólo la fabricación del almidón sino también el cultivo de la yuca misma, en áreas típicamente rurales de difícil acceso y de propiedad del productor.

En la Mesa de Limones se encuentran alrededor de una decena de rallerías de yuca, en las cuales la fabricación de almidón es básicamente manual, con la excepción del rallado, el cual es accionado mediante pequeños motores de gasolina. Este almidón es sacado a lomo de mula o en campero al municipio de Nilo, para luego ser conducido en camión a Girardot y ocasionalmente a Bogotá.

3 2 MATERIA PRIMA

El cultivo del tubérculo se realiza manualmente, sin ayuda de técnicas modernas, aprovechando el clima y los suelos de la zona para la siembra de variedades apropiadas (simoncilla, chirosa, almudona, etc.) De esta forma no es necesario abonar la tierra.

Por lo general sólo se cultiva yuca en una parte de la finca, la siembra se realiza en los meses más aptos: febrero ó marzo, agosto ó

septiembre y diciembre Según datos locales, de una hectárea se sacan alrededor de 64 cargas de raíces de yuca (8 toneladas por hectárea) Sin embargo, en /DIAZ, Pág 1-2/, se indica para esta región un rendimiento de 2,8 a 3,0 toneladas de yuca por hectárea

El precio de las raíces de yuca es de cerca de \$ 4500/ton (US\$105/ton) por lo cual parece razonable realizar los cálculos financieros con rendimientos de 3, 5 y 8 toneladas por hectárea

Algunos cultivadores extraen la yuca a los 10 meses de sembrada, pero la mayoría lo hace a los 15, plazo que presenta el mayor rendimiento de almidón El transporte del sitio de cultivo hasta el tren de procesamiento se efectúa a lomo de mula

El almidón se elabora únicamente durante los meses de buen tiempo (debido al método de secado al sol), o sea en enero, febrero, marzo, junio, julio, agosto y septiembre

3 3

MERCADEO

El almidón de tipo dulce producido en el Vergel se vende en el comercio de Girardot a un precio de \$ 28 000 pesos la tonelada (US\$ 650 por tonelada), dada su buena calidad Se suministra a la empresa Colombatex en Apulo y ocasionalmente también a la empresa Pegatex de Bogotá En esta ciudad su precio es de

\$ 24 000 por tonelada (US\$ 560 por tonelada) El costo del transporte a Girardot es de \$ 150 por carga (\$ 1 199 por tonelada = US\$ 28 por tonelada), mientras que el transporte a Bogotá tiene un precio de \$ 375 por carga (\$ 3 000 por tonelada = US\$ 70 por tonelada)

Este tipo de almidón se utiliza para engrudo y pegantes Tiene también aplicación farmacéutica como medicamento para aliviar las irritaciones del estómago

3 4 PROCESO TECNOLÓGICO

En la figura 3 4/1 se indica el diagrama de flujo del proceso, que comprende las siguientes operaciones

- Recibo de raíces
- Pelado y lavado de las raíces
- Rallado
- Colado
- Decantado (sedimentación, separación)
- Secado
- Preparación y empaque

En las figuras 3 4/2 y 3 4/3 se aprecia el esquema general de la planta

3 4 1 RECIBO DE RAICES

Una vez recolectada la cosecha, se llevan las raíces a lomo de mula al tren de rallado, donde se reciben y se inicia su procesamiento en un tiempo no superior a 36 horas, con el fin de evitar su deterioro

3 4 2 PELADO Y LAVADO DE LAS RAICES

Las raíces, de gran variedad de tamaños y formas, se pelan manualmente con cuchillo afilado, retirando también la piel que envuelve la raíz. El corte manual se realiza en forma de espiral aprovechando la destreza del operario. Las cáscaras separadas constituyen el primer subproducto del proceso. La persona que pela recibe alrededor de \$ 40 por carga de raíces (\$ 0.32 por kg = US\$ 0,008 por kg)

Las raíces peladas se depositan en tanques de concreto y se lavan con agitación mediante un chorro de agua, para que el contacto entre ellas desprenda los residuos e impurezas adheridos.

Los tubérculos pequeños no se pelan, ante la dificultad de hacerlo manualmente, se llevan directamente a los tanques, donde sólo se les remueve la capa de "corcho"

Esta labor no requiere de dedicación exclusiva de un trabajador

3 4 3 RALLADO

Esta etapa del proceso se realiza mediante un rallo cilíndrico accionado por un motor de gasolina con una potencia de 1 5 H P y una velocidad de 1 800 rev/min La transmisión de correas cuenta con un juego de poleas, las cuales pueden mantener esta velocidad o llegar a duplicarla El cuerpo de la ralladora es un cilindro de madera con una lámina enrollada a su alrededor, a la cual se le han hecho previamente agujeros rugosos con una puntilla (ver figura 3 4 3/1 y 3 4 3/2

Las raíces peladas y lavadas se introducen y presionan manualmente a través de una tolva de madera que desemboca en la periferia del rallo, donde las partes salientes de la lámina desintegran la yuca y liberan el almidón

La yuca rallada cae en un recipiente de madera colocado debajo En este sitio se almacena por un corto tiempo antes de ser trasladada con garlancha al tamíz donde se cuele la masa

Aquí, cabe anotar, que usualmente la ralladora trabaja sólo de 2 a 3 horas diarias, con lo cual cubre totalmente la capacidad de los otros procesos, especialmente del colado y del secador En este tiempo se procesan de 6 a 7 bultos de raíces (aproximadamente 0 5 toneladas) El rallador tiene un jornal diario de \$ 120 (\$0 27 por kg de raíces = US\$ 0 006 por kg)

3 4 4 COLADO

La masa rallada se lleva al colador, consistente en una tela de "liencillo", sobre el cual se agita con la mano mientras se moja con agua. La "lechada" (almidón con agua) pasa a través del liencillo a una artesa y el proceso continúa hasta que el agua sale transparente. Entonces se retira el afrecho que permanece en el liencillo y que constituye el segundo subproducto.

La fase de colado requiere de una persona y constituye una restricción fuerte al proceso en términos de capacidad.

El colador recibe \$ 150 diarios (\$ 0.34 por kg de raíces = US\$ 0.008 por kg.)

3 4 5 DECANTADO

La lechada que contiene el almidón se pasa por gravedad, a través de una manguera, de la artesa a los pozuelos para su decantado. Por lo general, se tienen unos 6 pozuelos (piletas) de sedimentación (tipo canoas de madera) para una artesa de colado, las cuales trabajan en paralelo (ver figura 3 4 5/1).

En estos pozuelos se deja sedimentar la lechada y luego se retira el agua, una vez transparente y al observarse la capa de almidón, cubierta por las impurezas ("mancha") en el fondo. Entonces se

retira la mancha formada encima del almidón decantado y éste se extrae en terrones con una cuchara de madera

La fase de decantación dura alrededor de 4 horas, ya que después el agua empieza a fermentarse y agria el almidón

El agua retirada ("claro") en esta etapa constituye el tercer sub-producto

3 4 6 SECADO

Los terrones de almidón se colocan sobre papel en los patios cementados, expuestos al aire libre y a los rayos del sol. Allí permanecen el día, siempre que haga buen tiempo. La duración del secado, dependiente de las condiciones ambientales, es por lo general de un día. Se considera que el almidón está suficientemente seco cuando se puede pulverizar entre los dedos. Ocasionalmente se realiza el secado en instalaciones de oreo cubiertas, hechas de madera. Una persona se encarga de remover frecuentemente el almidón durante el secado, su salario es de \$ 120 diarios (\$ 0 27 por kg de raíces = US\$ 0 006 por kg)

3 4 7 PREPARACION Y EMPAQUE

Una vez seco se embala el almidón en talegos de papel, los cuales se recubren a su vez con costales corrientes, para ser luego transportados a Girardot ó bien a Bogotá

Vale la pena mencionar que todo el proceso tecnológico hasta aquí descrito se realiza en 2 ó 3 días y que el rendimiento promedio del almidón en la yuca es del 25%

3 4 8 SUBPRODUCTOS

Los subproductos del proceso son las cáscaras e impurezas, el afrecho y el claro

CASCARAS E IMPUREZAS

Sirven en la actualidad para abonar la tierra y para mantener algunos semovientes en las fincas

AFRECHO

Es una masa extremadamente húmeda y difícil de secar. Se utiliza a veces para abonar la tierra de cultivo. Una vez seco y con adición de sal se puede aprovechar en la alimentación de cerdos, para lo cual se vende ocasionalmente

CLARO

Es el agua transparente que se desecha de las piletas de decantación. No tiene uso posterior, ya que por estar fermentada daña las plantas.

3 4 9 OBSERVACIONES SOBRE EL PROCESO TECNOLÓGICO

El proceso aquí descrito se caracteriza por estar centrado alrededor de la disponibilidad de raíces y de mano de obra, ya que la única operación en que se utiliza energía diferente de la humana es el rallado (motor de gasolina). El equipo humano consta de 3 a 4 personas (pelador, rallador, colador y secador) que se alternan en la tarea con el fin de complementar el proceso en dos (2) días, si es posible evitando deterioros en el producto debido a demoras y a la influencia del tiempo. Estos factores implican la sub-utilización de la ralladora, que opera únicamente de 2 a 3 horas diarias. El funcionamiento de un equipo humano pequeño, a nivel familiar, permite que el proceso se adapte en forma flexible a la disponibilidad de raíces y se complemente con otras actividades de la finca y facilita también la adaptación a la variabilidad del clima. Puede decirse que la fabricación del almidón es parte integral de otras actividades de la finca que obedecen al tipo de economía campesina. Es así mismo interesante anotar que no existen indicios de transformación de este tipo de fincas familiares campesinas en fincas

familiares modernas (especialización, utilización de tecnología más avanzada, etc), sino más bien la tendencia de los campesinos a pasar a actividades en la agricultura o la ganadería comerciales de gran escala e inclusive al sector servicios

Es evidente que prácticamente todas las operaciones del proceso tecnológico son susceptibles de mecanización utilizando fuentes externas de energía. Sin embargo, dada la ausencia de electrificación en la región, resulta más realista pensar en el mejoramiento de los mayores cuellos de botella del proceso, que se encuentran en las etapas de prelavado, pelado, colado y secado

El prelavado y pelado pueden realizarse simultáneamente en una máquina rotatoria que cuente con cuchillas axiales o bien un helicoides de cepillos. Esta etapa incide en forma determinante en la calidad del almidón al caracterizar su contenido final de cenizas en forma substancial

En el caso del colado, es posible efectuar su mecanización mediante una coladora cilíndrica rotatoria en la que se introduce el agua por el eje y es accionada a través de poleas mediante un motor de gasolina, o bien que cuente con un helicoides de madera en el sentido axial

El tipo de secado no solamente depende de las condiciones atmosféricas sino que requiere de una superficie cementada relativa-

mente grande, que resulta bastante costosa. Puede aquí pensarse en las alternativas de mejorar las instalaciones de oreo o de utilizar secado solar. En cualquier forma debe buscarse un sistema simple, de baja inversión de construcción o ensamblaje y mantenimiento locales.

En general, el proceso de fabricación del almidón aprovecha las ventajas comparativas de la región que son

- Bajo costo de la mano de obra
- Habilidad del personal local para fabricar almidón
- Tipos de suelos aptos para la yuca y el maíz
- Calidad apropiada del agua (sin azufre y sin cloro)

Sin embargo, la aparición en Bogotá de instalaciones industriales que utilizan energía eléctrica y tecnología con un mayor grado de sofisticación, sumada a la disponibilidad de raíces de yuca en la ciudad (organizada directamente por el industrial) y a la mayor cercanía al mercado, podría traer como consecuencia la pérdida de las ventajas anotadas. A esto, habría que agregar el impacto de la agricultura y ganadería comerciales en la zona que tienden a debilitar la economía campesina al extraer su mano de obra, transformando el campesino tradicional en un obrero agrícola.

3 5 EVALUACION ECONOMICA

Finca El Vergel, región de la Mesa de Limones

Enseguida se presenta la evaluación económica del proceso de obtención de almidón dulce a partir de yuca, correspondiente a la tecnología usada en varias fincas de la región de la Mesa de Limones, en el departamento del Tolima. Esta alternativa se caracteriza por el cultivo simultáneo de la yuca como materia prima para la elaboración del almidón. Dado que la rentabilidad del proceso depende en gran parte del costo de la yuca, y que éste a su vez depende del rendimiento del cultivo, se consideran tres casos, I, II y III, que corresponder a rendimientos del cultivo de 3, 5 y 8 toneladas por hectárea, respectivamente.

En este caso las variables fijas son el período de cosecha, que es de 15 meses y el rendimiento del almidón que es del 25%. Las variables independientes son los rendimientos del cultivo ya anotados, la producción anual de almidón (48 toneladas) y los días de trabajo por año (192). Las variables dependientes son la cantidad de raíces suministradas al proceso y las áreas necesarias para el cultivo de la yuca.

3 5 1 CARACTERISTICAS DE LA ALTERNATIVA

CARACTERISTICAS DEL CULTIVO DE LA YUCA

Meses de siembra Febrero o Marzo, Agosto o Septiembre

Período de la cosecha 15 meses

Variedad utilizada yuca "simoncita" y similares

Rendimiento del cultivo

I 3 ton/ha

II 5 ton/ha

III 8 ton/ha

CARACTERISTICAS DEL PROCESAMIENTO DEL ALMIDON

Días de trabajo por año

$24 \text{ días} \times 8 \text{ meses} = 192 \text{ días}$

Producción anual de almidón

$2 \text{ cargas/día} \times 0.125 \text{ ton/carga} \times 192 \text{ días/año} = 48 \text{ ton/año}$

Tasa de extracción del almidón

$2 \text{ cargas almidón} / 8 \text{ cargas de raíces} = 25\%$

Suministro de raíces

$48 \text{ ton/año} / 0.25 = 192 \text{ ton/año}$

Superficie necesaria

I $192 / 3 = 64 \text{ ha}$

II $192 / 5 = 38,4 \text{ ha}$

III $192/8 = 24$ ha

Consumo de gasolina $2 \text{ horas/día} \times 192 \text{ días/año} \times 0,33 \text{ galones/hora} = 127 \text{ gal/año}$

Consumo de agua Fuente natural

3 5 2 DETERMINACION DE LA INVERSION PARA EL CULTIVO DE LA YUCA

3 5 2 1 TIERRA

I	64 ha, a \$ 25 000/ha	\$ 1'600 000
II	38,4 ha, a \$ 25 000/ha	\$ 960 000
III	24 ha, a \$ 25 000/ha	\$ 600 000

3 5 2 2 ARRENDAMIENTO ANUAL EQUIVALENTE DE LA TIERRA

Se calcula para cada caso como una serie infinita de pagos anuales, equivalentes a los costos respectivos de la tierra, con una tasa de oportunidad i estimada en 30%

$$R = P \times i$$

P = Costo de la tierra

R = Arrendamiento anual equivalente

$$I \quad R = 1'600 000 \times 0,3 = \$ 480 000$$

$$II \quad R = 960 000 \times 0,3 = \$ 288 000$$

$$III \quad R = 600 000 \times 0,3 = \$ 180 000$$

3 5 2 3 UTILES Y HERRAMIENTAS

Valor estimado de útiles y herramientas	\$	50 000
---	----	--------

3 5 2 4 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL DE HERRAMIENTAS

(a 5 años, sin valor de salvamento)	\$	10 000
-------------------------------------	----	--------

3 5 3 DETERMINACION DE LA INVERSION PARA EL PROCESAMIENTO DE LA YUCA

3 5 3 1 INVERSION EN EDIFICIOS Y TERRENOS

Edificación	\$	30 000
Patios secadores, 30 m ² a \$ 200/m ²	\$	<u>6 000</u>
Total	\$	36 000

3 5 3 2 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL EN EDIFICIOS Y TERRENOS

(a 20 años, sin valor de salvamento)	\$	1 800
--------------------------------------	----	-------

3 5 3 3 INVERSION EN EQUIPO

Caja tolva de alimentación	\$	5 000
Motor de gasolina (2 5 HP)	\$	10 000
Ralladora	\$	5 000
Canoa colador	\$	5 000
Canoas decantadoras (6 unidades)	\$	16 000

Manguera (500 m, a \$ 15/m)	\$ 7 500
Mulas (2)	<u>\$ 25 000</u>
Total	\$ 73 500

3 5 3 4 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL EN EQUIPOS

(a 5 años, sin valor de salvamento)	\$ 14 700
-------------------------------------	-----------

3 5 4 DETERMINACION DE L COSTO ANUAL DE LA MATERIA PRIMA

3 5 4 1 DETERMINACION DEL COSTO DE CULTIVO Y EXTRACCION ANUAL DE LAS RAICES DE YUCA POR HECTAREA

(1 jornal = \$ 120)

	\$/cosecha ha	\$/ha-año	\$/año I	\$/año II	\$/año III
Rosería y cer- ca (35 jorn/ha)	4 200	3 360	215 040	129 020	80 640
Siembra (42 jorn/ha)	5 040	4 030	257 920	154 750	96 720
Dos deshierbes (27 jorn/ha)	3 240	2 590	165 760	99 460	62 160
Otros (17 jorn/ha)	2 040	1 630	104 320	62 590	39 120
Total	<u>\$ 14 520</u>	<u>\$ 11 610</u>	<u>\$ 743 040</u>	<u>\$ 445 820</u>	<u>\$ 278 640</u>

El costo por cosecha se transforma en costo por hectárea multiplicado por 12/15. El costo por año (\$/año) se obtiene multiplicando el costo por año por hectárea (\$/ha-año) por el número de hectáreas correspondientes a cada rendimiento.

3 5 4 2 CALCULO DEL COSTO ANUAL DE LA MATERIA PRIMA

	I (\$)	II (\$)	III (\$)
Arrendamiento equivalente anual de la tierra	480 000	288 000	180 000
Costo anual de depreciación de herramientas	10 000	10 000	10 000
Costo anual del cultivo y extracción de raíces	<u>743 040</u>	<u>445 000</u>	<u>278 640</u>
Total anual del costo de la materia prima	<u>\$ 1'233 040</u>	<u>\$ 743 820</u>	<u>\$ 468 640</u>

3 5 4 3 COSTO POR TONELADA DE YUCA COSECHADA

	I	II	II
Producción 192 toneladas	<u>\$ 6 422</u>	<u>\$ 3 874</u>	<u>\$ 2 441</u>

El costo por tonelada de yuca cosechada se obtiene dividiendo los correspondientes totales anuales del costo de la materia prima por la producción de 192 toneladas

3 5 5 DETERMINACION DE L COSTO ANUAL DE PROCESAMIENTO

3 5 5 1 COSTOS ANUALES DE MANO DE OBRA

1 pelador (\$ 160/día)	\$ 30 720
1 rallador (\$ 120/día)	\$ 23 040
1 colador (\$ 150/día)	\$ 28 800
1 secador (\$ 120/día)	<u>\$ 23 040</u>
Total	\$ 105 600

3 5 5 2 GASTOS ANUALES DE FUNCIONAMIENTO

Gasolina (\$ 17/día)	\$ 3 264
Aceite (\$/día)	\$ 768
Tamíz o liencillo (\$30/3 días)	\$ 1 920
Papel para secar (\$ 50/día)	\$ 9 600
Empaques (aprox 750/año, a \$ 5/unidad)	\$ 3 750
Otros	<u>\$ 2 000</u>
Total	\$ 21 302

3 5 5 3 CALCULO DEL COSTO ANUAL DE PROCESAMIENTO

Depreciación anual edificios y terrenos	\$ 1 800
Depreciación anual equipos	\$ 14 700
Costo anual mano de obra	\$ 105 600
Gastos de funcionamiento	<u>\$ 21 302</u>
Total	\$ 143 402

3 5 6 COSTO DE TRANSPORTE

3 5 6 1 OPCION EL VERGEL-NILO-GIRARDOT

48 ton/año, a \$ 1200/ton (= \$ 150/carga)	\$ 57 600
---	-----------

3 5 6 2 OPCION EL VERGEL-NILO-BOGOTA

48 ton/año, a \$ 3000/ton
 (= \$ 375/carga)

\$ 144 000

3 5 7 DETERMINACION DE L COSTO TOTAL ANUAL DE PRODUCCION

El costo de producción se obtiene sumando los siguientes renglo-
 nes

	I	II	III
Costo anual de materia prima	\$ 1'233 040	\$ 743 820	\$ 468 640
Costo anual de procesamiento	<u>\$ 143 402</u>	<u>\$ 143 402</u>	<u>\$ 143 402</u>
Costo de producción	<u>\$ 1'376 442</u>	<u>\$ 887 222</u>	<u>\$ 612 042</u>

3 5 8 DETERMINACION DEL COSTO DE VENTA

3 5 8 1 VENTA EN GIRARDOT

	I	II	III
Costo de producción	\$ 1'376 442	\$ 887 222	\$ 612 042
Costo de transporte	<u>\$ 57 600</u>	<u>\$ 57 600</u>	<u>\$ 57 600</u>
Costo de Venta	<u>\$ 1'434 042</u>	<u>\$ 944 822</u>	<u>\$ 669 642</u>

3 5 8 2 VENTA EN BOGOTA

	I	II	III
Costo de producción	\$ 1'376 442	\$ 887 222	\$ 612 042
Costo de transporte	<u>\$ 144 000</u>	<u>\$ 144 000</u>	<u>\$ 144 000</u>
Costo de venta	<u>\$ 1'520 442</u>	<u>\$1'031 222</u>	<u>\$ 756 042</u>

5 9 DETERMINACION DE LA UTILIDAD

5 9 1 VENTA EN GIRARDOT

	I	II	III
Precio de venta (48 ton, a \$ 28 000/ton)	\$ 1'344 000	\$ 1'344 000	\$ 1'344 000
Costo de venta	\$ 1'434 042	\$ 944 822	\$ 669 642
Utilidad	(-) \$ 90 042	\$ 399 178	\$ 674 358

3 5 9 2 VENTA EN BOGOTA

	I	II	III
Precio de venta (48 ton, a \$24 000/ton)	\$ 1'152 000	\$ 1'152 000	\$ 1'152 000
Costo de venta	\$ 1'520 552	\$ 1'031 222	\$ 756 042
Utilidad	(-) \$ 368 442	\$ 120 778	\$ 395 958

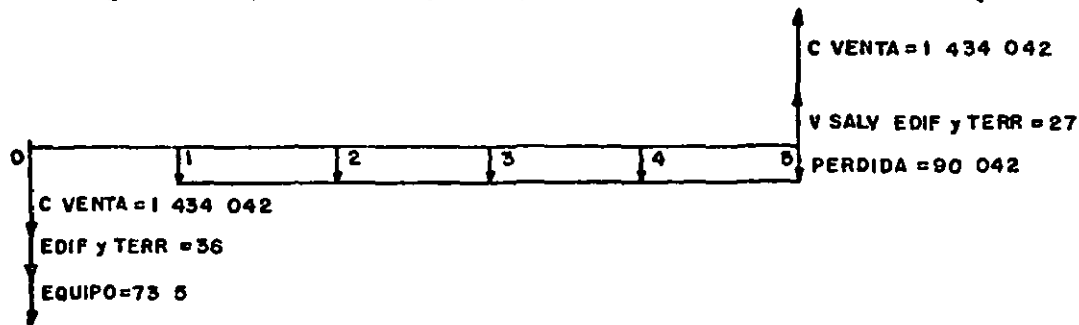
3 10 TASA INTERNA DE RETORNO (ANUAL)

Se evalúan las inversiones a 5 años, teniendo en cuenta el valor de salvamento cuando los activos no se hayan depreciado totalmente, colocando los gastos al inicio de los períodos y los ingresos al final de los mismos (ref alternativa región del Cauca-, Santander de Quilichao y Mondomo)

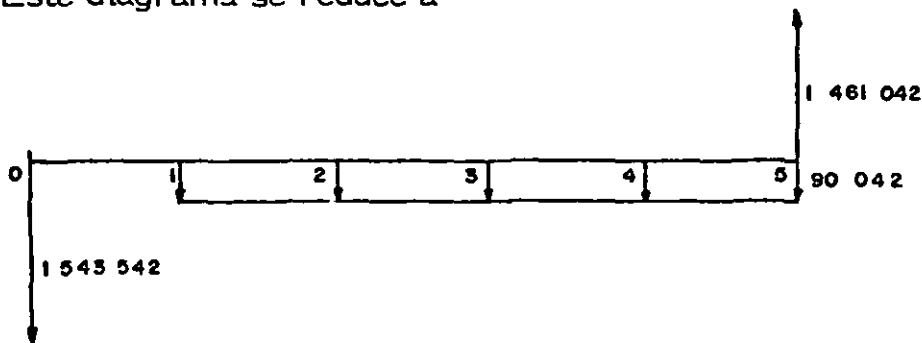
3 5 10 1 VENTA EN GIRARDOT

3 5 10 1 1 ALTERNATIVA I

El diagrama equivalente que representa esta inversión es (\$ x 1000)



Este diagrama se reduce a



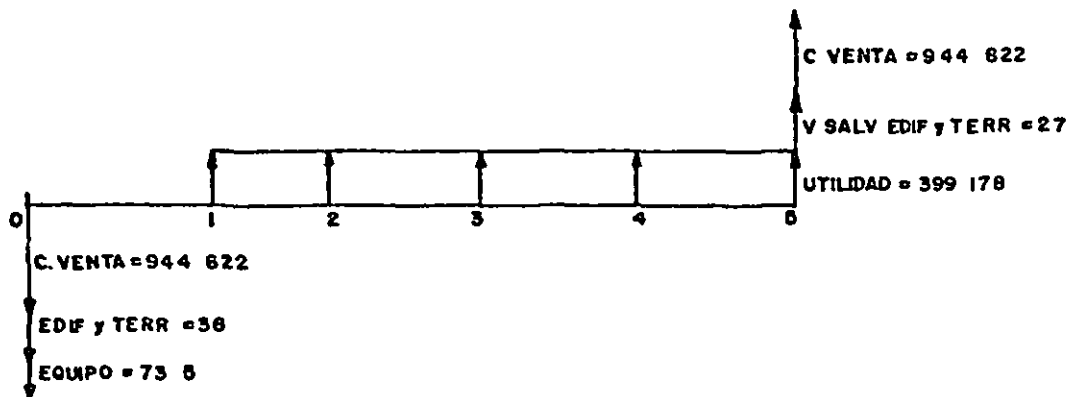
La tasa interna de retorno i se obtiene de la siguiente ecuación

$$1\ 543,542 = 1\ 461,042 \left[\frac{1}{(1+i)^5} \right] - 90\ 042 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{i(1+i)^5} \right]$$

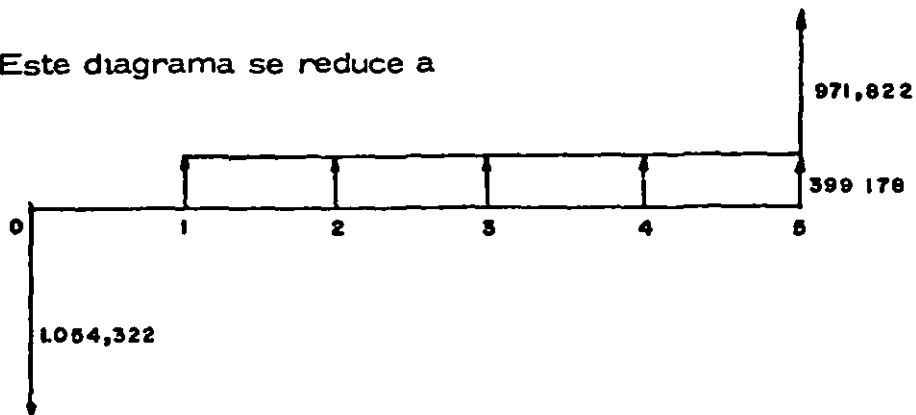
i es menor que 0, ya que la inversión produce siempre pérdidas

3 5 10 1 2 ALTERNATIVA II

El diagrama equivalente que representa esta inversión es (\$ x 1000)



Este diagrama se reduce a



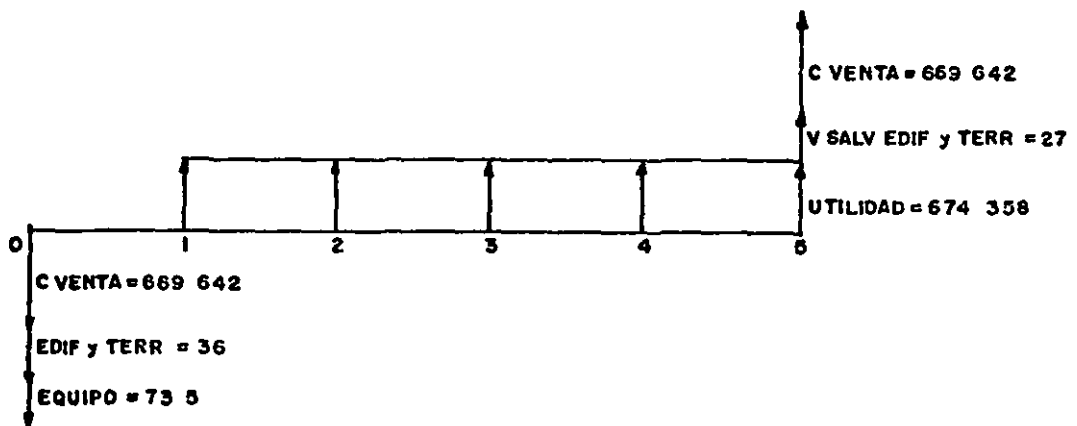
La tasa interna de retorno i se obtiene de la siguiente ecuación

$$1\ 054,322 = 971,822 \left[\frac{1}{(1+i)^5} \right] + 399,178 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{i(1+i)^5} \right]$$

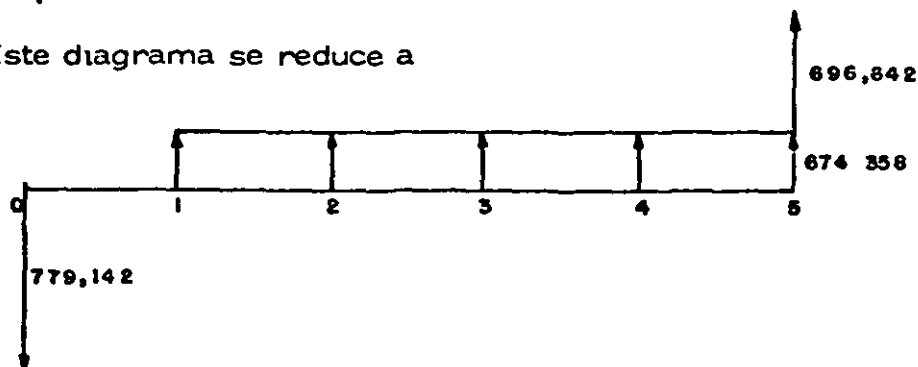
$$i = 0,371 = 37,1\% \text{ (anual)}$$

3 5 10 1 3 ALTERNATIVA III

El diagrama equivalente que representa esta inversión es (\$ x 1000)



Este diagrama se reduce a



La tasa interna de retorno i se obtiene de la siguiente ecuación

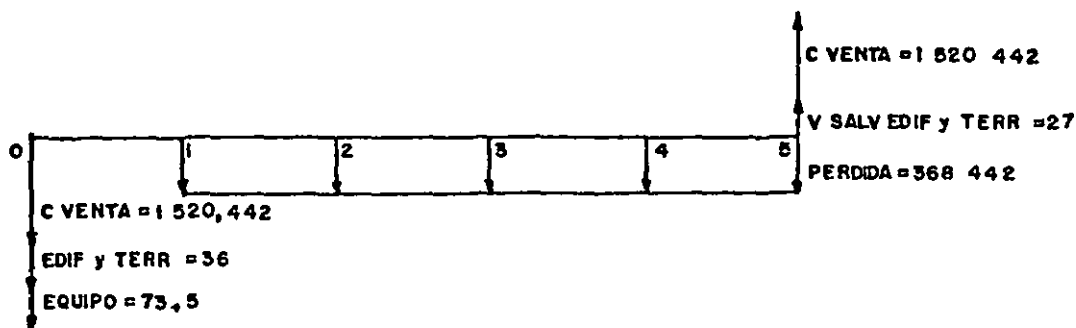
$$779,142 = 696,642 \left[\frac{1}{(1+i)^5} \right] + 674,358 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{i(1+i)^5} \right]$$

$$i = 0,861 = 86,1\% \text{ (anual)}$$

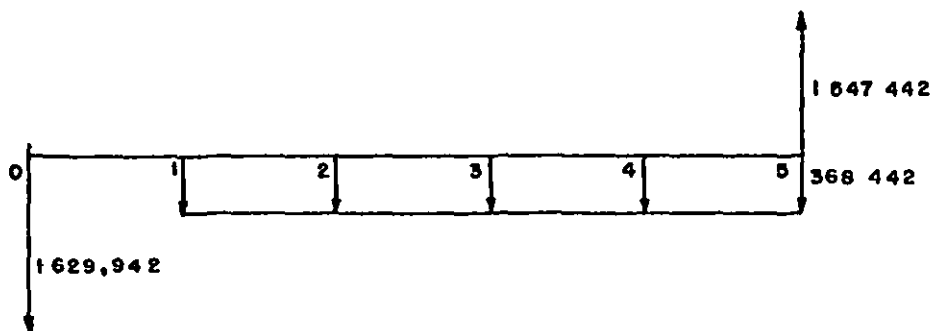
3 5 10 2 VENTA EN BOGOTA

3 5 10 2 1 ALTERNATIVA I

El diagrama equivalente que representa esta inversión es (\$ x 1000)



Este diagrama se reduce a



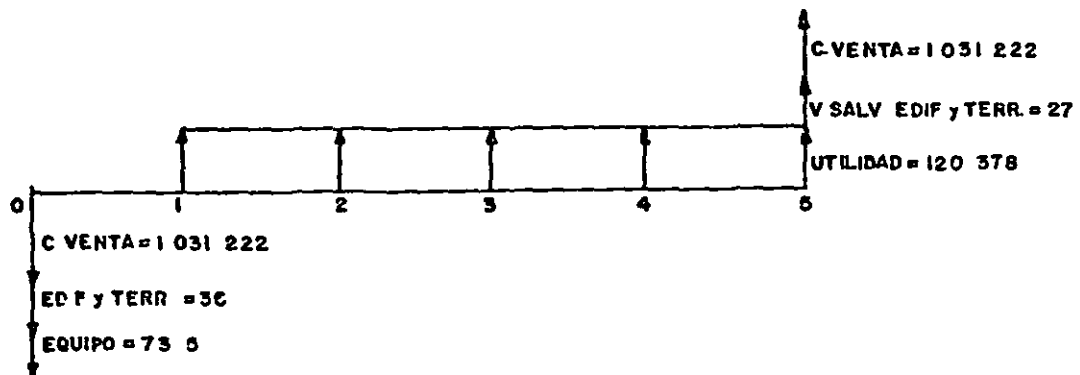
La tasa interna de retorno i se obtiene de la siguiente ecuación

$$1\,629,942 = 1\,547,442 \left[\frac{1}{(1+i)^5} \right] - 368,442 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{1(1+i)^5} \right]$$

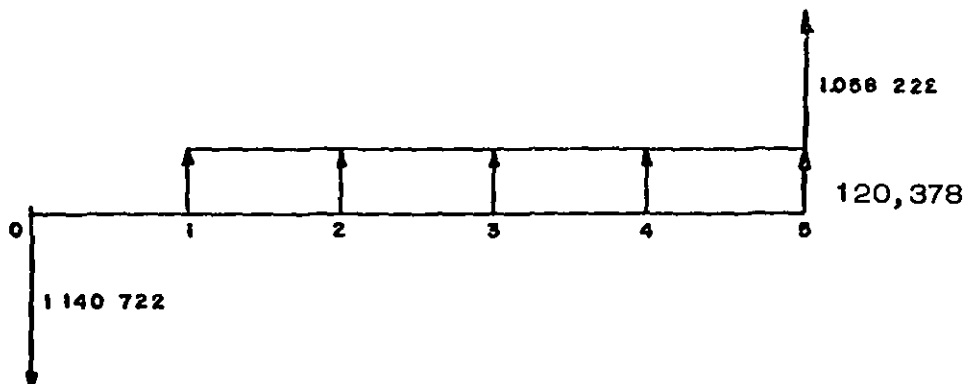
i es menor que 0, ya que la inversión produce siempre pérdidas.

3 5 10 2 2 ALTERNATIVA II

El diagrama equivalente que representa esta inversión es (\$ x 1000)



Este diagrama se reduce a



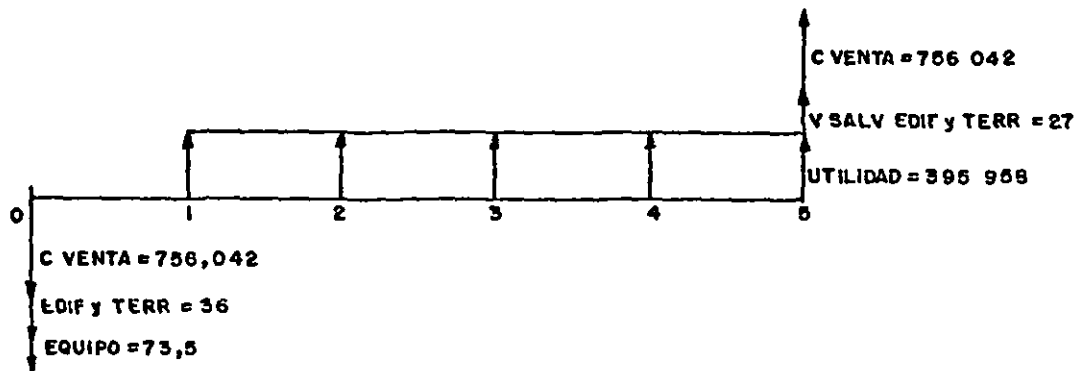
La tasa interna de retorno i se obtiene de la siguiente ecuación

$$1\ 140,722 = 1\ 058,222 \left[\frac{1}{(1+i)^5} \right] + 120,378 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{1(1+i)^5} \right]$$

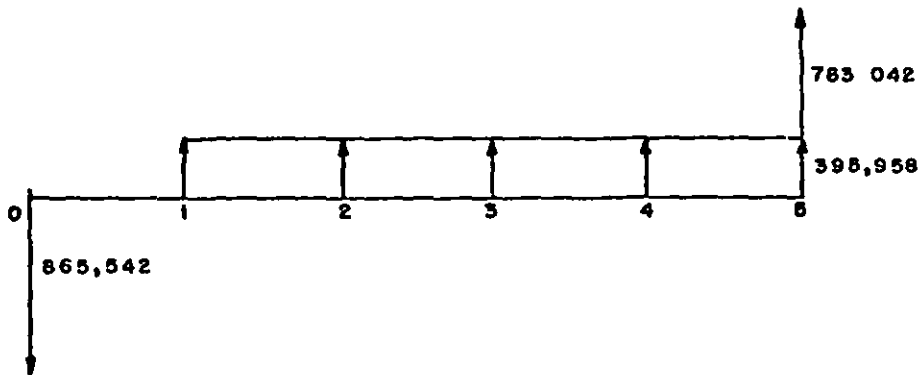
$$i = 0,094 = 9,4\% \text{ (anual)}$$

3 5 10 2 3 ALTERNATIVA III

El diagrama equivalente que representa esta inversión es (\$ x 1000)



Este diagrama se reduce a



La tasa interna de retorno i se obtiene de la siguiente ecuación

$$865,542 = 783,042 \left[\frac{1}{(1+i)^5} \right] + 395,958 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{i(1+i)^5} \right]$$

$$i = 0,45 = 45\% \text{ (anual)}$$

3 5 11 RESUMEN DE LOS COSTOS DE PRODUCCION

Se presenta a continuación un resumen de los costos de producción anuales del almidón de yuca, su costo en pesos colombianos por tonelada de almidón y su equivalente en dólares

$$1 \text{ dólar} = \$ 43$$

3 5 11 1 RESUMEN DEL COSTO DE PRODUCCION I

Producción anual de almidón 48 toneladas

Rendimiento del cultivo 3 ton/ha

Superficie necesaria 64 ha

	\$/año	\$/ton alm	Dol/ton alm
Arrendamiento equivalente anual tierra	480 000	10 000	233
Depreciación herramientas	10 000	208	5
Costo anual cultivo y extracción raíces	743 040	15 480	360
COSTO DE MATERIA PRIMA	\$1'233 040	\$ 25 688	\$ 598

	\$/año	\$/ton alm	Dol/ton alm
Edificios y terrenos	1 800	38	0 9
Equipos	14 700	306	7 1
Mano de obra	105 600	2 200	51 2
Funcionamiento	<u>21 302</u>	<u>444</u>	<u>10 3</u>
Costo de procesamiento	<u>143 402</u>	<u>2 988</u>	<u>69 5</u>
Costo de producción	\$ 1'376 442	\$ 28 676	\$ 667 5

3 5 11 2 RESUMEN DEL COSTO DE PRODUCCION II

Producción anual de almidón 48 toneladas

Rendimiento del cultivo 5 ton/ha

Superficie necesaria 38 4 ha

	\$/año	\$/ton alm	Dol/ton alm
Arrendamiento equivalente anual tierra	288 000	6 000	140
Depreciación herramientas	10 000	208	5
Costo anual cultivo y extrac- ción raíces	<u>445 820</u>	<u>9 288</u>	<u>216</u>
Costo de materia prima	743 820	15 496	360
Edificios y terrenos	1 800	38	0 9
Equipos	14 700	306	7 1
Mano de obra	105 600	2 200	51 2
Funcionamiento	<u>21 302</u>	<u>444</u>	<u>10 3</u>
Costo de procesamiento	<u>143 402</u>	<u>2 988</u>	<u>69 5</u>
Costo de producción	887 222	18 484	430

3 5 11 3 RESUMEN DEL COSTO DE PRODUCCION III

Producción anual de almidón 48 toneladas

Rendimiento del cultivo 8 ton/ha

Superficie necesaria 24 ha

	\$/año	\$/ton alm	Dol/ton Alm
Arrendamiento equivalente anual tierra	180 000	3 750	87
Depreciación herramientas	10 000	208	5
Costo anual cultivo y extracción raíces	278 640	5 805	135
Costo de materia prima	468 640	9 763	227
Edificios y terrenos (deprec)	1 800	38	0 9
Equipos (deprec)	14 700	306	7 1
Mano de obra	105 600	2 200	51 2
Funcionamiento	21 302	444	10 3
Costo de procesamiento	143 402	2 988	69 5
Costo de producción	612 042	12 751	296 5

3 5 12 RESUMEN DE ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS

3 5 12 1 RESUMEN DEL ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS I

	\$/año	\$/ton alm	Dol/Ton alm
Costo de materia prima	1 233 040	25 688	598
Costo de procesamiento	<u>143 402</u>	<u>2 988</u>	<u>69 5</u>
Costo de producción	1 376 442	28 676	667 5
VENTA EN GIRARDOT			
Costo de transporte	57 600	1 200	27 9
Costo de venta	1'434 042	29 876	695 0
Precio de venta	<u>1'344 000</u>	<u>28 000</u>	<u>651 2</u>
Utilidad (-)	90 042 (-)	1 876 (-)	43 8
VENTA EN BOGOTA			
Costo de transporte	144 000	3 000	69 8
Costo de venta	1'520 442	31 676	736 6
Precio de venta	<u>1'152 000</u>	<u>24 000</u>	<u>558 1</u>
Utilidad (-)	368 442 (-)	7 676 (-)	178 5

3 5 12 2 RESUMEN DEL ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS II

	\$/año	\$/ton alm	Dol/ton alm
Costo de materia prima	743 820	15 496	360
Costo de procesamiento	143 402	2 988	69 5
Costo de producción	887 222	18 484	430
VENTA EN GIRARDOT			
Costo de transporte	57 600	1 200	27 9
Costo de venta	944 822	19 684	458
Precio de venta	1'344 000	28 000	651 2
Utilidad	399 178	8 316	193 2
VENTA EN BOGOTA			
Costo de transporte	144 000	3 000	69 8
Costo de venta	1'031 222	21 484	500
Precio de venta	1'152 000	24 000	558 1
Utilidad	120 778	2 516	58 1

3 5 12 3 RESUMEN DEL ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS III

	\$/ton	\$/ton alm	Dol/ton alm
Costo de materia prima	468 640	9 763	227
Costo de procesamiento	143 402	2 988	69 5
Costo de producción	612 042	12 751	296 5
VENTA EN GIRARDOT			
Costo de transporte	57 600	1 200	27 9
Costo de venta	669 642	13 951	324 4
Precio de venta	1'344 000	28 000	651 2
Utilidad	674 358	14 049	326 7
VENTA EN BOGOTA			
Costo de transporte	144 000	3 000	69 8
Costo de venta	756 042	15 751	366 3
Precio de venta	1'152 000	24 000	558 1
Utilidad	395 958	8 249	191 8

CONCLUSIONES

De los datos calculados se observa que el cultivo de la yuca mismo, aparte de la producción de almidón, solo se justifica en el caso de altos rendimientos del tubérculo por hectárea. En caso contrario, el costo, por tonelada de la materia prima es tan alto que sería más conveniente comprar las raíces y arrendar la tierra o dedicarla a otro cultivo más rentable.

De las observaciones del trabajo de campo, se puede detectar que en la mayoría de los casos, los pequeños productores son propietarios de sus parcelas, pero intuitivamente, en los casos en que el rendimiento del tubérculo por ha no es significativo, (inferior a 4 ton) prefieren entregar la tierra en aparcería, o comprar la materia prima.

Para el campesino es preferible colocar toda su producción en el mercado de Girardot, ya que obtiene mayor precio que en Bogotá y el transporte le cuesta mucho menos. El menor precio en Bogotá se debe a que allí le aseguran la compra de toda su producción de almidón dulce y a la oferta de otros almidones de mejor calidad a bajo precio, fabricados en la ciudad.

Esto corrobora la existencia de un mercado heterogéneo, en el cual el campesino de Nilo produce básicamente para el mercado local.

de Girardot, y solo ocasionalmente envía su mejor producción a Bogotá

- Para altos rendimientos del cultivo del tubérculo la tasa de interés resulta satisfactoria, mucho más en el caso de venta en Girardot. Sin embargo, para bajos rendimientos del cultivo el costo de venta llega a ser tan alto que la inversión arroja pérdidas anuales.
- Dado que el renglón más importante en costos es la materia prima, y los costos de equipo y mano de obra son muy bajos, se debe pensar en aumentar la rentabilidad del proceso con alguna inversión en estos últimos renglones. Al utilizar una máquina peladora y lavadora se ahorraría mano de obra y se aumentaría la calidad (y por lo tanto el precio de venta) del almidón, a cambio de una pequeña inversión. El rendimiento en las etapas de rallado y colado se puede aumentar mediante el uso de un rallador John (ref. Alternativa Nilo-Hda. Jamaica, Fabiola de Herrera) y de una máquina coladora (con ahorro de mano de obra), como las utilizadas en la región del Valle del Cauca. Implementando el secado (ref. proyecto Alvaro Villota) se aceleraría la producción y se conseguiría una mejor calidad.
- Es necesario fomentar los créditos de pequeña industria para los productores de almidón dulce en esta zona, ya que peque-

ñas inversiones, para las cuales los campesinos no cuentan con capital, generan grandes beneficios y aseguran una mayor estabilidad para estas familias

- Teniendo en cuenta que las aplicaciones del almidón dulce son cada vez más de tipo industrial (pegantes, farmacéuticos etc), lo cual demanda un mayor grado de homogeneidad en la calidad del producto, existe la tendencia manifiesta hacia el predominio de tecnologías más sofisticadas. Es así como las fábricas localizadas en Bogotá han tenido un auge que contrasta con la declinación de muchas rallanderías de la región de Nilo, que no han podido electrificarse, ni mecanizarse

- De todas maneras, el punto crucial se encuentra en el rendimiento del tubérculo por ha. Cuando éste es bajo el aparcerero o pequeño campesino asume con su trabajo el menor rendimiento económico, sin embargo esta alternativa es cada vez menos factible dadas las mejores posibilidades de ingresos como asalariado en la ganadería o en la agricultura comerciales. Esto, desde luego redundará en un encarecimiento de la yuca, ya sea para consumo directo, alimentación humana, sobre todo, teniendo en cuenta su importancia para los grupos de bajos ingresos. Al mismo tiempo la desaparición de esta modalidad de cultivo afecta negativamente este tipo de industria artesanal

- Desde el punto de vista de la tecnología pos-cosecha la oportunidad de mejoramiento se presenta en tratar de mejorar la calidad y homogeneidad del producto para lograr el acceso de un mercado sobre todo en la etapa inicial del procesamiento introduciendo mejores sistemas de prelavado y pelado

- Finalmente se destaca que las innovaciones tecnológicas al comienzo del proceso de producción tiene una mayor repercusión para el campesino

FIGURA 3 5 11 1/1

RESUMEN DEL COSTO DE PRODUCCION PARA LAS ALTERNATIVAS I, II y III

Producción anual de almidón 48 toneladas Rendimiento del Cultivo 3, 5 y 8 ton/ha Superficie necesaria 64, 38 4 y 24 ha	\$/AÑO			\$/TON DE ALMIDON		
	I	II	III	I	II	III
Arrendamiento equivalent anual tierra	480 000	288 000	180 000	10 000	6 000	3 750
Depreciación herramientas	10 000	10 000	10 000	208	208	208
Costo anual cultivo y extrac de raíces	743 000	445 820	278 640	15 480	9 288	5 805
Costo de materia prima	1'233 040	743 820	468 640	25 688	15 496	9 763
Edificios y terrenos	1 800	1 800	1 800	38	38	38
Equipos	14 700	14 700	14 700	306	306	306
Mano de obra	105 600	105 600	105 600	2 200	2 200	2 200
Funcionamiento	21 302	21 302	21 302	444	444	444
Costo de procesamiento	143 402	143 402	143 402	2 988	2 988	2 988
Costo de Producción	1'376 442	887 222	612 042	28 676	18 484	12 751

Todas las alternativas 48 ton/año de producción de almidón dulce

Alternativa I Rendimiento del cultivo 3 Ton/ha de raíces, superficie necesaria 64 ha

Alternativa II Rendimiento del cultivo 5 Ton/ha de raíces, superficie necesaria 38,4 ha

Alternativa III Rendimiento del cultivo 8 Ton/ha de raíces, superficie necesaria 24 ha

FIGURA 3 5 11 1/1

Continuación

Producción anual de almidón 48 toneladas Rendimiento del cultivo 3, 5 y 8 tn/ha Superficie necesaria 64, 38 4 y 24 ha	DOL/TN DE ALMIDON		
	I	II	III
Arrendamiento equivalent anual tierra	233	140	87
Depreciación herramientas	5	5	5
Costo anual cultivo y extrac de raíces	360	216	135
Costo de materia prima	598	360	227
Edificios y terrenos	0 9	0 9	0 9
Equipos	7 1	7 1	7 1
Mano de obra	51 2	51 2	51 2
Funcionamiento	10 3	10 3	10 3
Costo de procesamiento	69 5	69 5	69 5
Costo de producción	667 5	430 0	296 5

FIGURA 3 5 12/1

RESUMEN DEL ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PARA LAS ALTERNATIVAS I, II Y III

Producción anual de almidón 48 toneladas Rendimiento del cultivo 3, 5 y 8 ha Superficie necesaria 64, 38 4 y 24 ha	\$/AÑO			\$/TON DE ALMIDON		
	I	II	III	I	II	III
Costo de materia prima	1'233 040	743 820	468 640	25 688	15 496	9 763
Costo de procesamiento	143 402	143 402	143 402	2 988	2 988	2 988
Costo de producción	1'376 442	887 222	612 042	28 676	18 484	12 751
<u>VENTA EN GIRARDOT</u>						
Costo de transporte	57 600	57 600	57 600	1 200	1 200	1 200
Costo de venta	1'434 042	944 822	669 642	29 876	19 684	13 951
Precio de Venta	1'344 000	1'344 000	1'344 000	28 000	28 000	28 000
Utilidad	(-) 90 042	399 178	674 358	(-) 1 876	8 316	14 049
<u>VENTA EN BOGOTA</u>						
Costo de transporte	144 000	144 000	144 000	3 000	3 000	3 000
Costo de venta	1'520 442	1'031 222	756 042	31 676	21 484	15 751
Precio de Venta	1'152 000	1'152 000	1'152 000	24 000	24 000	24 000
Utilidad	(-) 368 442	120 778	395 958	(-) 7 676	2 516	8 249

Todas las alternativas 48 Ton/Año de producción de almidón dulce

Alternativa I Rendimiento del cultivo 3 ton/ha de raíces, superficie necesaria 64 ha

Alternativa II Rendimiento del cultivo 5 ton/ha de raíces, superficie necesaria 38 4 ha

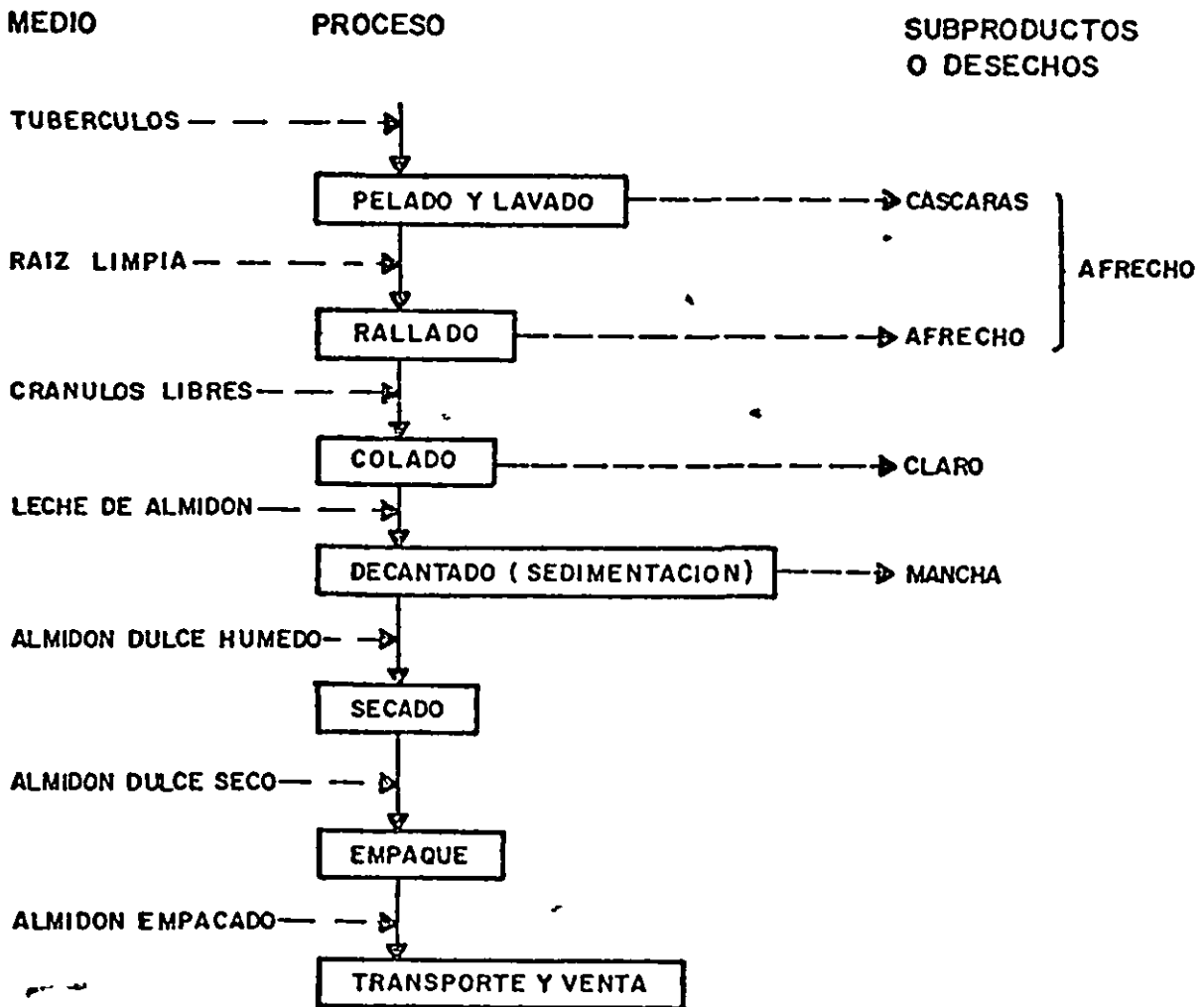
Alternativa III Rendimiento del cultivo 8 ton/ha de raíces, superficie necesaria 24 ha

FIGURA 3 5 12/1

Continuación

Producción anual de almidón 48 toneladas Rendimiento del cultivo 3, 5 y 8 tn/ha Superficie necesaria 64, 38 4 y 24 ha	DOL/TN DE ALMIDON		
	I	II	III
Costo de materia prima	598	360	227
Costo de procesamiento	69 5	69 5	69 5
Costo de Producción	667 5	430 0	296 5
<u>VENTA EN GIRARDOT</u>			
Costo de transporte	27 9	27 9	27 9
Costo de Venta	695 0	458	324 4
Precio de Venta	651 2	651 2	651 2
Utilidad	(-) 43 8	193 2	326 7
<u>VENTA EN BOGOTA</u>			
Costo de transporte	69 8	69 8	69 8
Costo de venta	736 6	500	366 3
Precio de Venta	558 1	558 1	558 1
Utilidad	(-) 178 5	58 1	191 8

FIGURA 3 4/1
 DIAGRAMA DE FLUJO
 PARA LA OBTENCION DEL
 ALMIDON DULCE DE YUCA



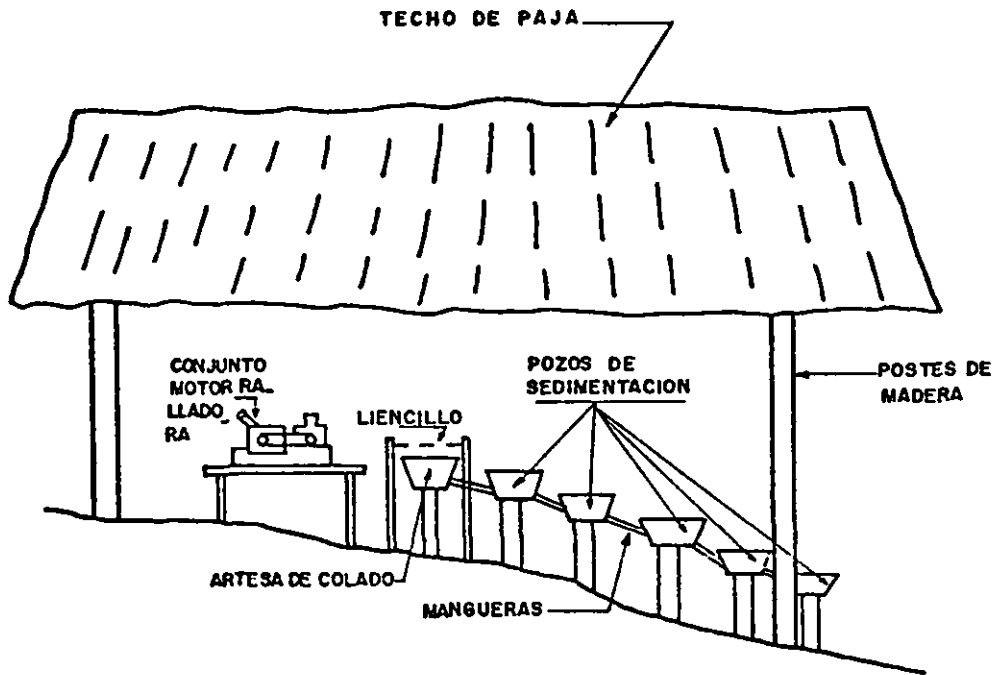


FIGURA 3 4 / 2
ESQUEMA LATERAL DEL
TREN DE RALLADO
REGION DE MESA DE LIMONES

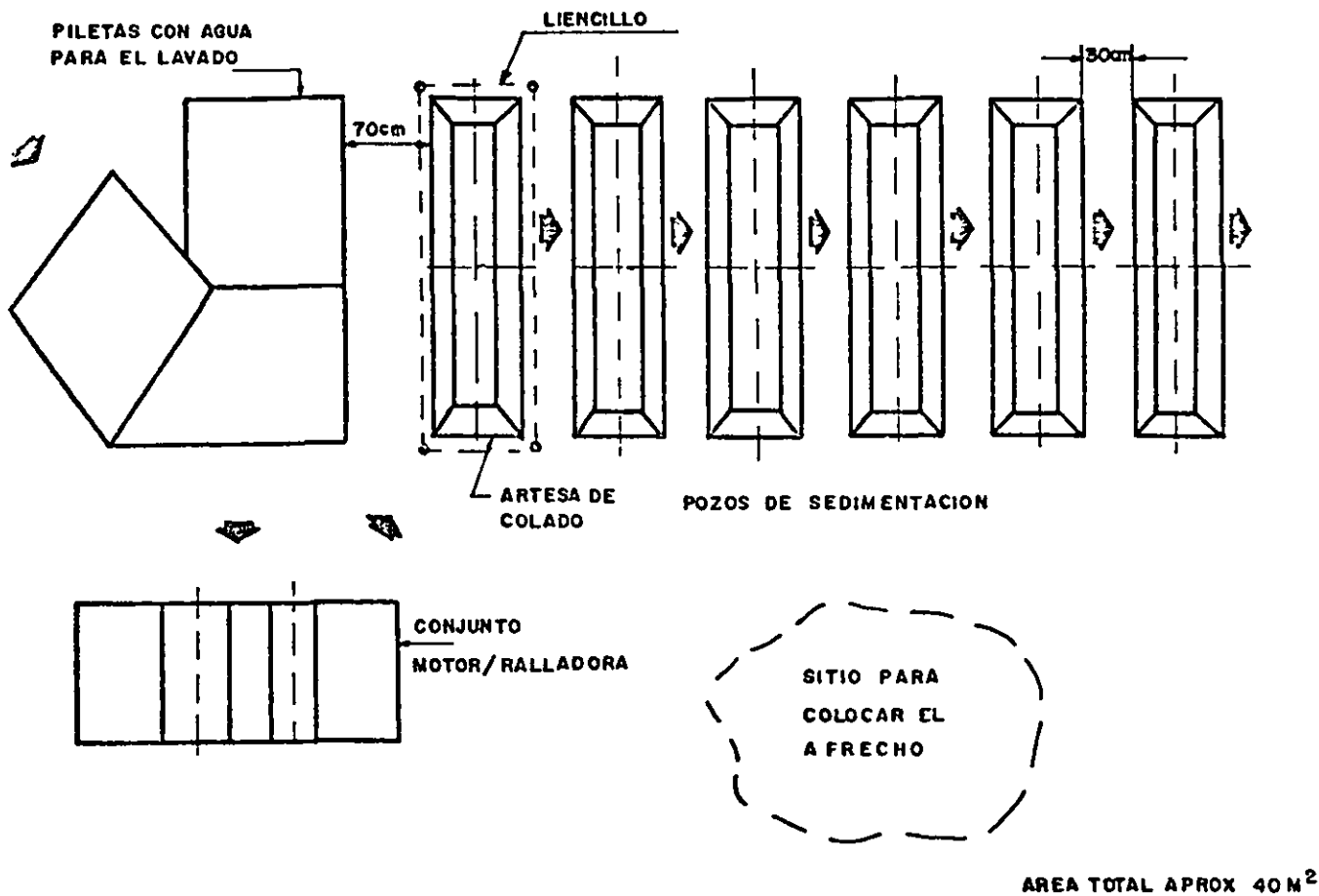
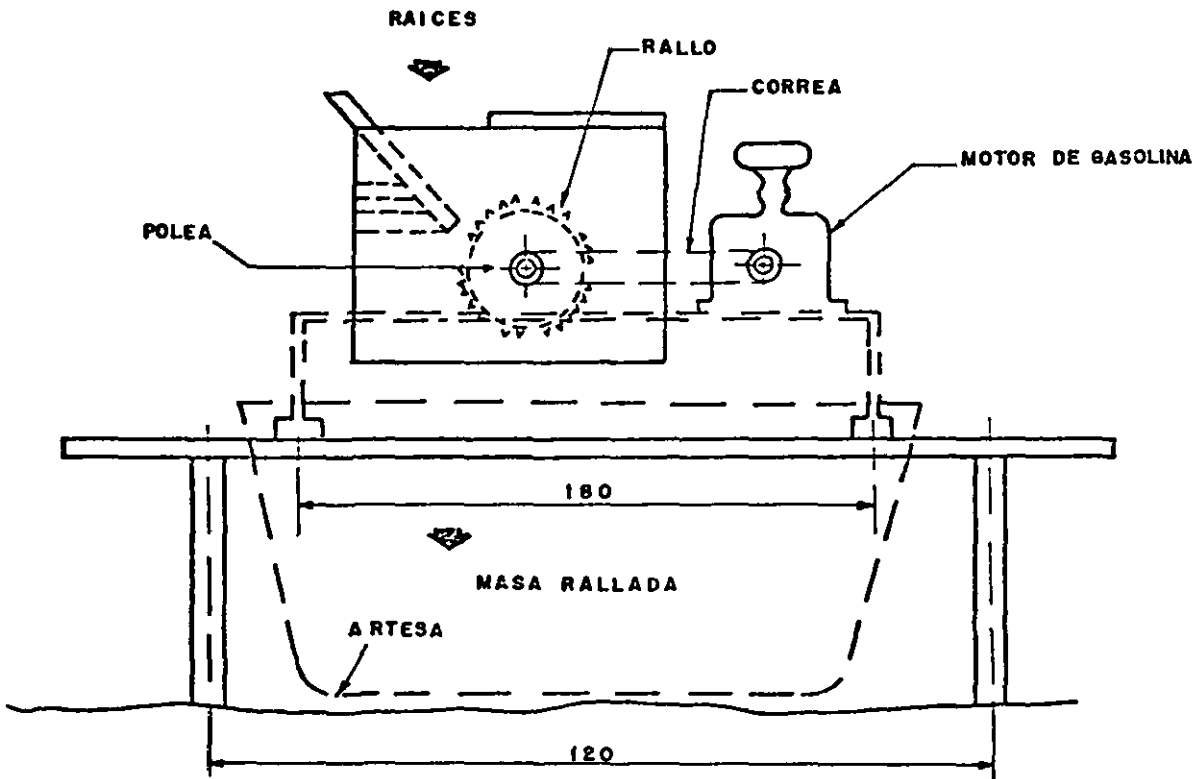
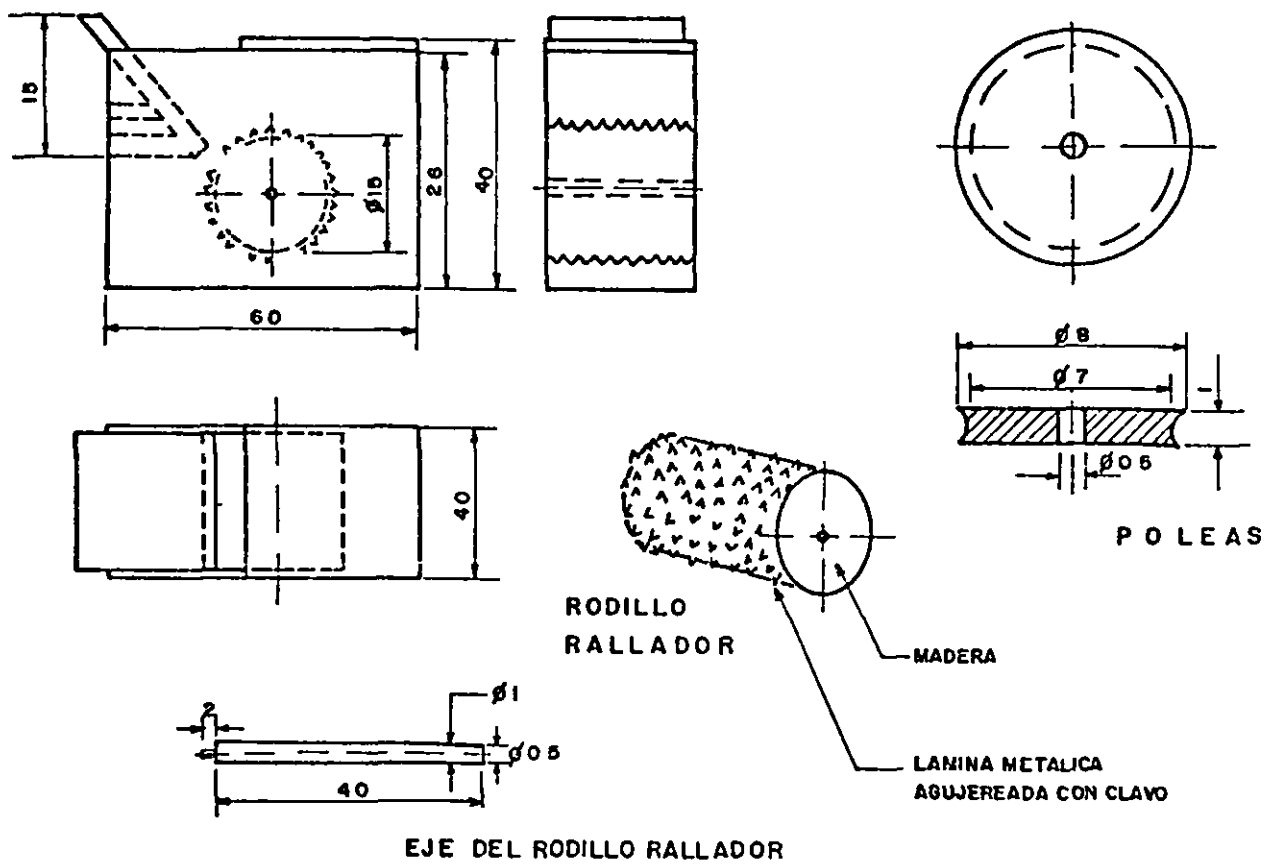


FIGURA 3 4/3
PLANTA ESQUEMATICA
DEL TREN DE RALLADO
REGION DE MESA DE LIMONES



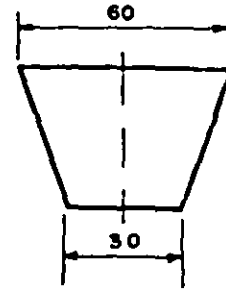
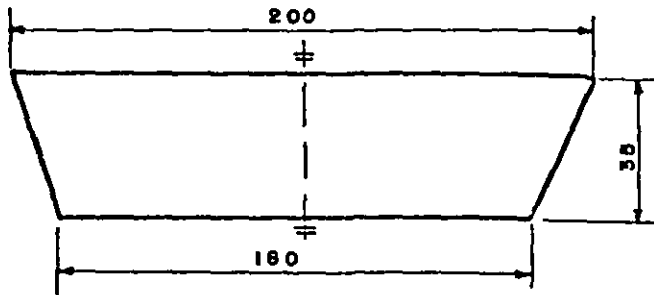
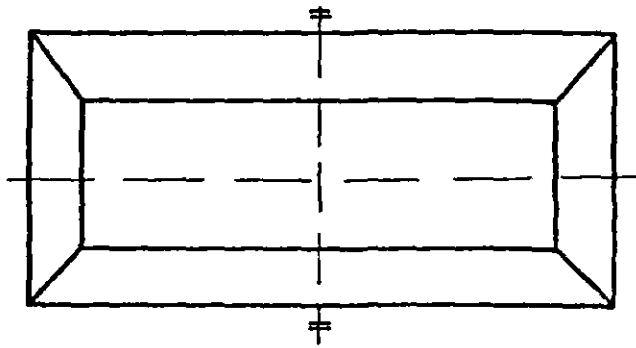
DIMENSIONES EN CM

FIGURA 3 4 3 / 1
 ESQUEMA DEL CONJUNTO
 MOTOR / RALLADORA
 REGION DE MESA DE LIMONES



DIMENSIONES EN CM

FIGURA 3 4 3/2
ESQUEMA DE LA
MAQUINA RALLADORA



MATERIAL MADERA
DIMENSIONES EN CM

FIGURA 3 4 5 / 1
ESQUEMA DE LOS POZUELOS
DE DECANTACION
REGION DE MESA DE LIMONES

4 ALTERNATIVA DE LA REGION DEL NILO (TOLIMA)

4 1 GENERALIDADES

El proceso de la yuca en esta región, situada en el Departamento del Tolima, es una operación integrada que comprende desde el cultivo de la yuca misma hasta la fabricación del almidón en un área rural rentada por el productor

En la ralladora seleccionada para el estudio en esta región la fabricación es básicamente manual, con excepción de la fase de rallado en donde se emplea un motor de gasolina, para posteriormente llevar el almidón a la ciudad de Girardot o bien a Bogotá, recurriendo para el transporte del mismo a los camiones denominados "chiva"

4 2 MATERIA PRIMA

El cultivo se realiza en una forma manual, sin el empleo de ninguna técnica moderna, teniendo como base para su cultivo tanto el clima cálido que existe como la calidad del suelo, factores claves en la producción de la variedad almidona que es la cultivada en la región del Nilo

Considerando los beneficios se cultiva la yuca en una parte de la finca, intercalada con maíz, utilizando como técnica de uso del

suelo la rotación de cultivos. En la bibliografía utilizada se anota, según DIAZ, que una tercera parte de los cultivadores entrevistados emplea la intercalación de otro cultivo en el mismo terreno.

La preparación periódica del terreno se efectúa en forma tradicional y está limitada a la limpieza y deshierbe del mismo, sin emplear abonos o fertilizantes. La extensión del período vegetativo depende del clima y condiciones ecológicas, variedad del cultivo, disponibilidad de mano de obra para la cosecha, precio de compra y otros factores de menor importancia.

La siembra se realiza entre los meses de agosto y septiembre, mediante la colocación vertical de la estaca. Sin embargo, estudios actuales efectuados en CIAT, han comprobado que la forma de sembrar la estaca tiene influencia en la cantidad de raíces producidas por semilla y que la siembra de las mismas se debe efectuar en forma horizontal, paralela al suelo lo cual produce incrementos hasta de un 50% dependiendo del número de nudos que contenga la estaca o "cangre".

La edad del período vegetativo para la región es de 10 meses, sin embargo DIAZ presenta una edad promedio de cosecha de 12.5 meses. Según datos obtenidos en la región, se obtienen de una hectárea alrededor de 95 cargas de raíces de yuca (11.8 toneladas por

hectárea), lo cual es un rendimiento bastante alto en comparación con lo mencionado por DIAZ, que es de alrededor de 3 0 toneladas por hectárea

La distancia empleada para la siembra es de 1 metro entre planta y planta, pero no realiza la siembra de dos cultivos consecutivos en la misma área debido a que las demoras causadas mientras se realiza el rozado del terreno disminuirán la productividad, además del hecho de que producirse una calidad similar en los dos períodos. Tampoco se efectúa ningún control mecánico ni químico de malezas sino que se efectúa el proceso de desyerbado en dos períodos durante el tiempo de cosecha el primero, dos meses después de la primera siembra y el segundo, dos meses después de la primera desyerbada

El cultivo no es afectado por ninguna plaga a excepción de la llamada "palomilla", la cual se agota mediante la quema de hojas de la planta. En cuanto a los efectos de la fumigación del sembrado son bastante perjudiciales y no se realizan

El cultivador tiene conocimiento de que la yuca está apta para ser recolectada debido a la presencia de un color amarillento en las hojas y a un cocido que se efectúa de las raíces mediante el cual se conoce si la cantidad de almidón que contiene la raíz es suficiente o hay que esperar otros días para que aumente. Una vez lista la

recolección y efectuada la misma, es transportada al sitio de procesamiento por los mismos recolectores de la cosecha

La extracción del almidón se realiza con una duración de aproximadamente un mes dependiendo de las condiciones climáticas, ya que el secado del mismo se efectúa mediante el calor solar

4 3 MERCADEO

El almidón de tipo dulce es elaborado en la región para la venta en Girardot a un precio que oscila alrededor de \$ 3 300 en promedio al año por carga (\$ 26 400 tonelada), lo que equivale a 580 2 dólares la tonelada, usando una tarifa de \$ 45 5 por dólar. La tercera parte de la producción se vende en la ciudad de Girardot y el resto se envía para su distribución en Bogotá, donde el precio es de \$ 28 350 tonelada (US \$ 623 07). El costo del transporte es de \$ 180 por carga (\$ 1 140 tonelada) hasta Girardot, y de \$ 350 por carga (\$ 2 800/tonelada) a la ciudad de Bogotá (US\$ 61 53 tonelada)

4 4 PROCESO TECNOLÓGICO

En el esquema mostrado se indican los pasos que se desarrollan para la elaboración del almidón de yuca, e incluyen desde la recolección hasta el empaque y transporte

- Recolección y recibo
- Pelado y lavado de raíces
- Rallado
- Colado
- Decantado
- Secado
- Preparación y Empaque
- Transporte

4 4 1 RECOLECCION DE LA COSECHA Y RECIBO

La recolección de la cosecha se efectúa una vez se conoce que la cantidad de almidón de la raíz es suficiente. Para ello se emplean cerca de 4 trabajadores, quienes llevan las raíces a la rallandería para iniciar el proceso de pelado, ya que una demora en la iniciación de esta fase puede ocasionar su deterioro

4 4 2 PELADO

Las raíces de la variedad almidona presentan una gran variedad de tamaños, los tubérculos se descascaran mediante el empleo de cuchillos afilados lo cual exige gran destreza de los operarios. El conjunto de cortezas constituye el primer subproducto. En esta fase el encargado de pelar recibe alrededor de \$ 100 por carga de raíces (\$ 800 por tonelada, US\$ 17.60 tonelada)

Las raíces peladas se depositan en un tanque de cemento y de éste se pasan a uno más pequeño, al cual vierte un chorro de agua para disminuir los residuos de la corteza aún existentes.

4 4 3 RALLADO

El rallado se efectúa mediante el uso de un cilindro recubierto con una lámina, a la cual se le han hecho orificios, y cuyos bordes mediante rozamiento producen la desintegración del tubérculo, ya que el cilindro está conectado a un motor de 1.5 H.P. Los tubérculos se presionan a medida que el cilindro de 40 cm de diámetro gira accionado por el motor. Sin embargo, este proceso no es demasiado efectivo ya que las salientes de los orificios se desgastan rápidamente y el rallo pierde su efectividad. Es deseable entonces analizar otro tipo de rallo o en su defecto, conservando el mismo sistema, cambiar el material por uno que tenga un nivel de resistencia

más alto al desgaste por rozamiento

El proceso de rallado y la introducción de las raíces se hace sin una tolva y es peligroso para el obrero. Los tubérculos ya desintegrados se reciben en una artesa colocada bajo el rallo hasta que se llena.

El proceso de rallado y pelado dura aproximadamente un mes, o sea que se termina a principios del mes de agosto. Durante este tiempo los costos causados corresponden a los pagos para los encargados de esta fase en la cual el rallador recibe un jornal de \$ 200 por día.

4 4 4 COLADO

La masa depositada bajo el rallador se lleva luego a una especie de tamíz o liencillo colocado entre cuatro varas de madera y atado a las mismas.

Bajo el liencillo se encuentra un tanque de depósito en donde se recoge la masa ya colada que es en realidad el almidón húmedo con algunas impurezas. La masa depositada en el colador se agita manualmente al tiempo que se le adiciona agua pura hasta que se observa en la tela la presencia del sobrante que se denomina aunché. Este es el segundo subproducto en el proceso. Para el desarrollo de esta fase se necesita un obrero el cual recibe la cantidad de \$ 600 día.

4 4 5 DECANTADO

El proceso de decantado se realiza en tanques de madera aserrada en los cuales se depositan las cantidades de masa resultantes en la fase de colado. En estos tanques se deposita también agua pura para que se produzca el asentamiento del almidón en el fondo de los tanques. Cada vez que se llena un tanque y después de cierto tiempo se vacía y se vuelve a llenar y así varias veces hasta que el agua se observe limpia.

Los tanques se encuentran apoyados en los extremos sobre un pequeño muro en declive con el fin de evitar que el agua desalojada se apose y, adicionalmente, para que los tanques se puedan voltear fácilmente.

El proceso de decantación demora alrededor de tres horas después de las cuales el almidón empieza a fermentarse y a convertirse en agrio. El agua retirada de los tanques constituye el tercer subproducto de desecho y se denomina lechada.

4 4 6 SECADO

El almidón húmedo obtenido en el paso anterior, es colocado sobre hojas de papel periódico en un patio cementado en donde está expuesto al sol y al aire durante un día o algo más, dependiendo de las condiciones climáticas. Durante este tiempo se remueve constantemente.

te para que las capas inferiores del almidón queden en la superficie. Se nota que el almidón está seco cuando se pulveriza entre los dedos.

Los jornaleros encargados de desarrollar esta labor son generalmente dos, los cuales reciben como salario la cantidad de \$ 250 /día

4 4 7 PREPARACION Y EMPAQUE

Una vez seco, se empaca el almidón en talegos grandes, de los empleados para el azúcar, y se dejan listas para su transporte hacia la capital o la ciudad de Girardot. Es de anotar el hecho de que no se empaca toda la producción sino únicamente las 2/3 partes ya que una tercera parte debe ser entregada al dueño de la hacienda como forma de pago por el alquiler de la tierra.

4 4 8 OBSERVACIONES SOBRE EL PROCESO TECNOLÓGICO

De acuerdo a lo observado y por los comentarios hechos en la entrevista, son de destacarse tres factores que giran alrededor de la extracción de almidón:

A Los costos de los trabajadores pueden presentarse en dos formas: la primera, en la cual se efectúa un contrato con el trabajador para que su pago sea cancelado de acuerdo a las cantidades de trabajo desarrolladas, por ejemplo, se le paga por

carga, la segunda forma es aquella donde se contrata al trabajador y se le paga por jornal, el cual comprende el día de trabajo desde las 8 de la mañana hasta las 5 de la tarde, dejándose una hora para descansar y almorzar al mediodía, la alimentación la proporciona el contratista

También se nota la presencia del aspecto familiar en este tipo de cultivo, cuando las mujeres llevan a algunos de sus hijos para que las ayuden a pelar las raíces

Esta forma de producción sustenta un medio de economía familiar antes que tener como objetivo la acumulación de bienes y excedentes

B Los arrendatarios de estas tierras están siendo gravados entregan al terrateniente la tercera parte de la producción del almídon y luego son fiscalizados por el Estado sobre las utilidades

Paralelamente a esta situación, el arrendatario no puede producir su cosecha sino en una de las cuatro hectáreas por las cuales está pagando un arriendo, lo anterior es por el hecho de que el hacendado necesita las tierras para pacer los ganados, terrenos que obviamente quedan aptos después de cada cosecha

C Es evidente que el campesino en esta situación no adquiere una capacidad económica estable que le permita conocer y obtener

los beneficios de una nueva tecnología, y además, tampoco está incentivado a hacerlo. Debe aprovechar al máximo sus pocos recursos mientras se lo permitan sembrando adicionalmente maíz y obtener así unos mejores ingresos.

Es esta situación la que ha causado la salida de los campesinos de la región a sitios en donde gocen de una mayor posibilidad.

Es evidente que la forma de producción para el almidón de yuca cuenta con muchas dificultades: inestabilidad en precios, falta de mecanización, carestía de mano de obra, dificultad de transporte y otros.

Todos estos problemas son de un efecto directo para el agricultor-productor, quien debe tener la posibilidad de aumentar la producción en una proporción mayor al aumento en costos para obtener mejores ganancias.

Existen tres fases "problema" en esta industria al nivel bajo: la de rallado, cuya alternativa se presenta conceptualmente generalizada desde el punto de vista de costos, basada en los aumentos creados por una implementación de la maquinaria y de la producción, obteniendo una mayor utilidad.

Según los datos bibliográficos, si la fase del pelado-lavado se pudiera implementar más, desde el punto de vista de producir una "predesintegración" cuyo producto resultante fuera de menor di-

menos y mayor limpieza, para el rallado, se podría obtener un rendimiento mayor

El tercer problema, es el secado, que por ser efectuado al sol y al aire libre, presenta una exposición simultánea al hollín y las impurezas que contiene el aire, por lo cual sería deseable promover el secado en hornos, o al sol, cubriendo el almidón con algún plástico o papel de aluminio, lo cual evitaría las impurezas mencionadas

4 5

EVALUACION ECONOMICA

ALTERNATIVA NILO-HACIENDA JAMAICA

Se realiza ahora la evaluación económica de la fábrica de almidón culce de la Hacienda Jamaica, con la tecnología ya descrita. Esta tecnología es representativa de la utilizada en las pocas rallanderías que aún existen en las cercanías del pueblo de Nilo, y conlleva el cultivo de la yuca como materia prima para el proceso de fabricación del almidón dulce en terrenos generalmente tomados en arriendo

Las variables fijas son el rendimiento del almidón (20%) y el rendimiento de la tierra (11 875 ton/ha). La producción de almidón está determinada por estas dos variables

4 5 1 CARACTERISTICAS DE LA ALTERNATIVA

CARACTERISTICAS DEL CULTIVO DE YUCA

Tipo de suelo debe ser tierra negra polvillo

Régimen de lluvias se dá una semana completa de lluvias, lo que hace necesario el riego artificial

Meses de siembra agosto-septiembre

Período de cosecha aproximadamente 11 meses

Variedad de yuca "almidona"

Area cultivada 1 hectárea

Rendimiento del cultivo 11,875 ton/ha

CARACTERISTICAS DEL PROCESAMIENTO DEL ALMIDON

Días de trabajo por mes 25

Producción anual de almidón (para venta) 19 cargas = 2,375 ton

Tasa de rendimiento 20%

Suministro de raíces 11,875 ton

Consumo de gasolina 150 galones/año

Fuente de agua natural

1 jornal \$ 150

4 5 2 DETERMINACION DE LA INVERSION PARA EL CULTIVO DE LA YUCA

Arrendamiento de la tierra (anual)	\$	12 000
Utiles y herramientas	\$	3 000
Costo de depreciación anual de herramientas (a 8 años, sin valor de salvamento)	\$	375

4 5 3 DETERMINACION DE LA INVERSION PARA EL PROCESAMIENTO DE LA YUCA

4 5 3 1 INVERSION EN EDIFICIOS Y TERRENOS

Edificación	\$	8 000
Patos secadores (20 m ²)	\$	3 000
Total	\$	11 000

4 5 3 2 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL EN EDIFICIOS Y TERRENOS

(a 8 años, sin valor de salvamento)	\$	1 375
-------------------------------------	----	-------

4 5 3 3 INVERSION EN EQUIPO

Albercas de depósito	\$	2 000
Motor de gasolina	\$	6 000
Ralladora	\$	2 800
Colador-Canoa	\$	800
Decantadores	\$	3 000
Total	\$	14 600

4 5 3 4 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL EN EQUIPOS

(a 8 años, sin valor de salvamento) \$ 1 825

4 5 4 DETERMINACION DEL COSTO ANUAL DE LA MATERIA PRIMA

4 5 4 1 DETERMINACION DEL COSTO DE CULTIVO Y EXTRACCION ANUAL DE LAS RAICES DE YUCA POR HECTAREA

	\$/Ha/cosecha	\$/ha/año
Rosería y quema 20 jornales	\$ 3 000	\$ 3 270
Siembra (7 jornales)	\$ 1 050	\$ 1 145
Desyerbe (5 jornales)	\$ 750	\$ 820
Otros (10 jornales)	\$ 1 500	\$ 1 635
Total	\$ 6 300	\$ 6 870

El costo por cosecha se transforma en costo por hectárea multiplicado por 12/11

4 5 4 2 CALCULO DEL COSTO ANUAL DE LA MATERIA PRIMA

Arrendamiento anual tierra	\$ 12 000
Depreciación anual útiles y herramientas	\$ 375
Costo anual cultivo	\$ 6 870
Total	\$ 19 245

2-4

4 5 5 DETERMINACION DEL COSTO ANUAL DE PROCESAMIENTO

4 5 5 1 COSTOS ANUALES DE MANO DE OBRA

1 pelador (\$ 200/día)	\$	5 000
1 rallador (\$ 200/día)	\$	5 000
1 Colador (\$ 600/día)	\$	15 000
1 secador (\$ 250/día)	\$	6 250
Total	\$	31 250

4 5 5 2 GASTOS ANUALES DE FUNCIONAMIENTO

Gasolina (\$ 24/galón)	\$	3 600
Aceite	\$	750
Liencillo	\$	150
Papel de secar	\$	300
Empaques	\$	350
Total	\$	5 150

4 5 5 3 CALCULO DEL COSTO ANUAL DE PROCESAMIENTO

Depreciación anual edificios y terrenos	\$	1 375
Depreciación anual equipos	\$	1 825
Costo anual mano de obra	\$	31 250
Gastos de funcionamiento	\$	5 150
Total	\$	39 600

4 5 6 COSTOS DE TRANSPORTE

4 5 6 1 OPCION NILO-GIRARDOT

19 cargas a \$ 180/carga = 2 375 ton.
a \$ 1 440/ton

\$ 3 420

4 5 6 2 OPCION NILO-BOGOTA

19 cargas a \$ 350/carga = 2,375 ton
a \$ 2800/ton

\$ 6 650

4 5 7 DETERMINACION DEL COSTO TOTAL ANUAL DE PRODUCCION

Se obtiene sumando los siguientes renglones

Costo anual materia prima	\$	19 245
Costo anual de procesamiento	\$	39 600
Costo de producción	\$	58 845

4 5 8 DETERMINACION DEL COSTO DE VENTA

4 5 8 1 VENTA EN GIRARDOT

Costo de producción	\$	58 845
Costo de transporte	\$	3 420
Costo de venta	\$	62 265

4 5 8 2 VENTA EN BOGOTA

Costo de producción	\$	58 845
Costo de transporte	\$	6 650
Costo de venta	\$	65 495

4 5 9 DETERMINACION DE LA UTILIDAD

4 5 9 1 VENTA EN GIRARDOT

Precio de venta (2,375 ton a \$26 400/ton)	\$	62 700
Costo de venta	\$	62 265
Utilidad	\$	435

4 5 9 2 VENTA EN BOGOTA

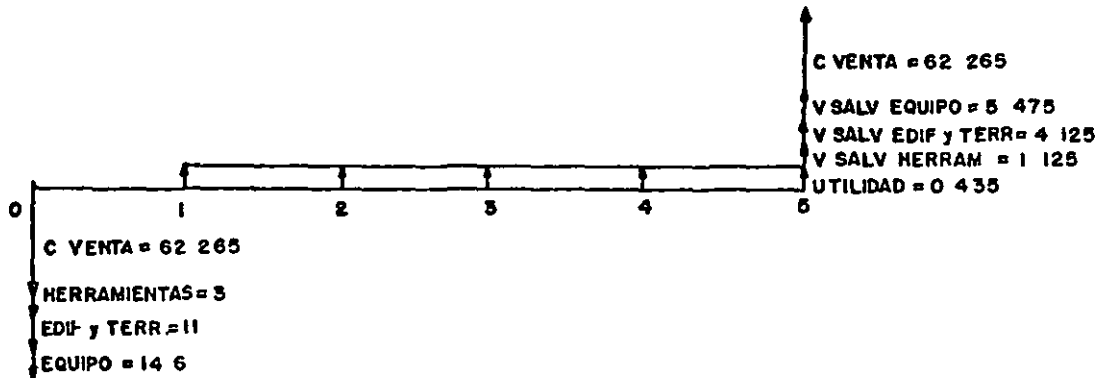
Precio de venta (2,375 ton a \$28 350/ton)	\$	67 330
Costo de venta	\$	65 495
Utilidad	\$	1 835

4 5 10 TASA INTERNA DE RETORNO (ANUAL)

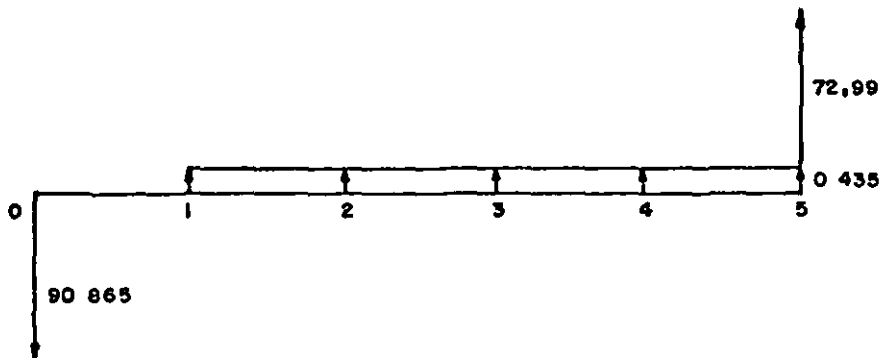
Se evalúan las inversiones para los casos de venta en Girardot y en Bogotá a 5 años, teniendo en cuenta el valor de salvamento cuando los activos no se hayan depreciado totalmente, colocando los gastos al inicio de los períodos y los ingresos al final de los mismos

4.5 10 1 VENTA EN GIRARDOT

El diagrama equivalente que representa esta inversión es (\$ x 1000)



Este diagrama se reduce a



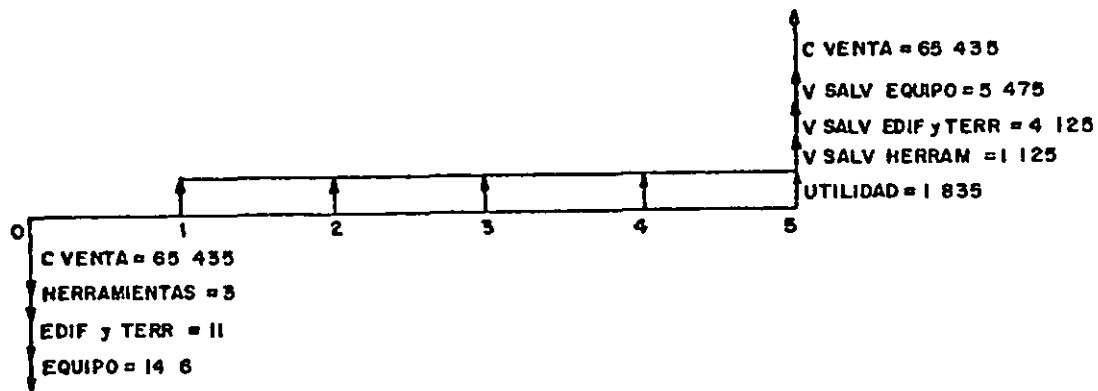
La tasa interna de retorno i se obtiene de la siguiente ecuación

$$90\,865 = 72,99 \left[\frac{1}{(1+i)^5} \right] + 0,435 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{i(1+i)^5} \right]$$

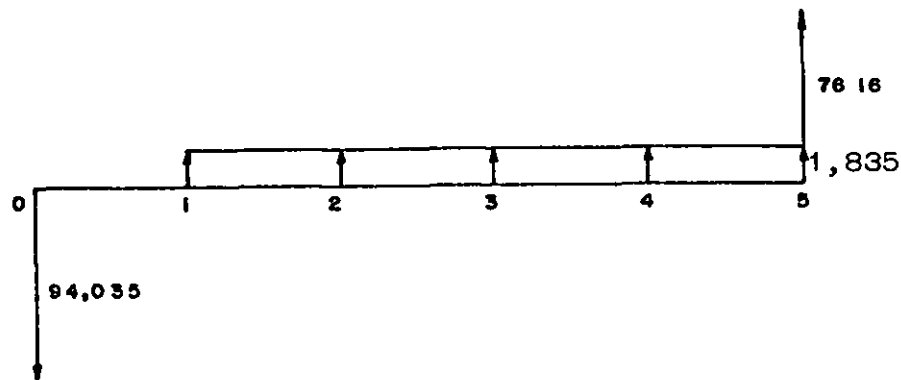
i es inferior a 0,01% (anual)

4 5 10 2 VENTA EN BOGOTA

El diagrama equivalente que representa esta inversión es (\$ x 1000)



Este diagrama se reduce a



La tasa interna de retorno i se obtiene de la siguiente ecuación

$$94,035 = 74,16 \left[\frac{1}{(1+i)^5} \right] + 1,835 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{i(1+i)^5} \right]$$

i es inferior a 0,01% (anual)

4 5 11 RESUMEN DEL COSTO DE PRODUCCION

Producción anual de almidón 2,375 toneladas

Rendimiento del cultivo 11,875 ton/ha

Superficie necesaria 1 ha

(1 dólar = \$ 45,5)

	\$/año	\$/ton alm	Dol/Ton alm
Arrendamiento equivalente anual tierra	12 000	5 050	111
Depreciación herramientas	375	160	3 5
Costo cultivo y extracción raíces	6 870	2 890	63 6
Costo materia prima	19 245	8 100	178 1
Deprec edificios y terrenos	1 375	580	12 7
Deprec equipos	1 825	770	16 9
Mano de obra	31 250	13 160	289 2
Funcionamiento	5 150	2 170	47 7
Costo de procesamiento	39 600	16 670	366 5
Costo de producción	58 845	24 780	544 5

1 5 12 RESUMEN DEL ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

	\$/año	\$/ton alm	Dol/ton alm
Costo materia prima	19 245	8 100	178 1
Costo procesamiento	39 600	16 670	366 5
Costo producción	58 845	24 780	544 5
VENTA EN GIRARDOT			
Costo de transporte	3 420	1 440	31 6
Costo de venta	62 265	26 220	576 2
Precio de venta	62 700	26 400	580 2
Utilidad	435	180	4 0
VENTA EN BOGOTA			
Costo de transporte	6 650	2 800	61 5
Costo de venta	65 495	27 580	606 1
Precio de venta	67 330	28 350	623 1
Utilidad	1 835	770	17 0

CONCLUSIONES

- De acuerdo con las informaciones suministradas localmente, el rendimiento de la yuca de 11,875 ton/ha es considerablemente superior al promedio para la zona, según DIAZ de 3 ton/ha y dobla prácticamente al promedio nacional de 6.2 ton/ha

Dividiendo el costo de cultivo de \$ 19 245 por la cantidad de raíces suministradas, ambas en términos anuales, se obtiene un precio para la tonelada de raíces de \$ 1 620 (US\$ 35/ton, que es sorprendentemente bajo)

Teniendo en cuenta que de 1 ton de raíces, se obtienen 0.20 ton de almidón (rendimiento 20%) el precio mínimo del almidón para no incurrir en pérdidas debería ser cinco veces mayor al precio de los tubérculos. En este caso de \$ 8 100

A pesar de que el precio obtenido es considerablemente mayor (\$ 26 400 en Girardot y \$ 28 350 en Bogotá), la casi nula rentabilidad de este tipo de plantas, se explica por los altos costos del procesamiento, sobre todo en el renglón de la mano de obra (\$ 13 160 /ton)

Lo anterior indica la importancia crucial de mejorar el procesamiento pos-cosecha de la yuca, mientras más se desplace uno hacia los pequeños productores, ya que a pesar de subir el rendimiento

to actual del tubérculo, su tecnología no les permite una alta rentabilidad

Con relación a las alternativas utilizadas en Mesa de Limones y Valle del Cauca se deduce que el exceso de trabajo involucrado en la región del Nilo, las hace considerablemente menos rentables

Esto quiere decir, desde el punto de vista socioeconómico, que existe un límite determinado por la rentabilidad en el empleo de tecnología intensiva en trabajo y que una solución masiva mediante pequeñas plantas procesadoras a nivel local, es imposible por debajo de cierto rango. Se puede si, pensar en mejorar los costos de procesamiento, dentro de un pequeño rango, y hacer más eficiente la mecanización existente (sustitución del proceso actual de rallado con una mejor, de tipo Jahn o de bicicleta) y mecanización de los procesos manuales

Aunque con poca diferencia, para este tipo de rallanderías es más rentable vender en Bogotá que en Girardot, debido al precio de venta, porque su pequeña producción le permite acceder a ésta en buenas condiciones

INNOVACION EN EL RALLADO

El tipo de rallado usado en la región del Nilo tiene el inconveniente de que la lámina se desgasta en aproximadamente seis días, teniendo un uso contínuo, y tiene una efectividad de aproximadamente 4 toneladas/día, mientras que en rallos de tipo mediano se puede obtener una desintegración de 10 toneladas/día

La eficiencia del rallado es básica en la producción del almidón como se ve de acuerdo a la siguiente fórmula

$$R = 1 - \frac{Aa \times Cr}{Ar \times Ca} = 100$$

Donde

- R % libre de almidón
- Aa almidón de afrecho
- Ar Almidón total
- Cr celulosa total
- Ca Celulosa del afrecho

De acuerdo a la producción actual se está obteniendo un rendimiento de $2 \frac{4}{11} \div 8 = 20 = 20\%$ que es bajo. Se propone entonces la implantación de un rallador tipo Jahn, el cual consta básicamente de un rotor de madera de aproximadamente 50 cm de diámetro, con estrías longitudinales donde se colocan cuchillos con un número de dientes entre 19 y 26 por pulgada a distancia que varía entre 6 y 7

milímetros

De acuerdo a los rendimientos experimentales obtenidos mediante este tipo de rallo se consigue un 32% de rendimiento, lo cual indica un aumento del 12% con respecto al actual. El costo de este tipo de rallo es de aproximadamente US\$ 400 equivalente a \$ 18 000, con los cuales los costos obtenidos anteriormente se modificarían en la siguiente forma

Inversión en equipo \$ 29 800

Depreciación anual del mismo a ocho años \$ 3 725

Gastos anuales de funcionamiento \$ 12 000

Costo anual de procesamiento \$ 48 350

Costo de transporte \$ 180/carga x 29 cargas = \$ 5 220 en Girardot
mientras que en Bogotá el costo sería

\$ 350/carga x 29 cargas = \$ 10 150

Costo anual de mano de obra. Debido al aumento de la producción estimamos la variación de este costo en 40 días dándose un aumento de \$ 52 000

En tal forma los costos para esta alternativa que produciría 29 cargas de almidón anualmente en una hectárea serían,

	<u>Girardot</u>	<u>Bogotá</u>
Costo anual de materia prima	\$ 19 245	\$ 19 245
Costo anual de procesamiento	\$ 48 350	\$ 48 350
Costo de transporte	\$ 5 220	\$ 10 150
Costo de venta	\$ 72 815	\$ 77 745

DETERMINACION DE LA UTILIDAD

El incremento en toneladas obtenido mediante el uso de este nuevo rallo produciría una cantidad de 3 26 toneladas por año ya que tendríamos 28 9 cargas de almidón por hectárea/año

	<u>Girardot</u>	<u>Bogotá</u>
Precio de venta	\$ 95 370	\$ 92 421
Costo de venta	\$ 72 815	\$ 77 745
Utilidad	\$ 22 555	\$ 14 676
Tasa interna de retorno (anual)	14 3%	8 3%

En comparación a la utilidad obtenida en la primera parte existe un incremento notable en la misma tanto para la venta en Girardot como en Bogotá

5 ALTERNATIVA REGION DEL CAUCA (SANTANDER DE QUI-
LICHAO Y MONDOMO)

5 1 GENERALIDADES

Se presenta a continuación la alternativa correspondiente al Departamento del Cauca. Se describe y evalúa la fabricación de almidón agrario en una zona provista de los servicios básicos: agua del acueducto y electricidad.

En esta región se encuentra un buen número de rallanderías de yuca, en la mayoría de las cuales el trabajo manual -en los procesos de lavado, pelado, rallado y coiado- ha sido reemplazado por maquinaria activada por electricidad.

La zona en mención posee buenas vías de comunicación, lo cual permite el fácil transporte de la materia prima a la rallandería y del producto final a los centros de transformación y distribución como Medellín. El presente trabajo se realizó con observaciones hechas, entre otras, en la rallandería "Fábrica La Garantía", propiedad de José A. Escarpeta, en el mes de Marzo de 1980.

La gran mayoría de rallanderías de la región, no se dedican al cultivo de la yuca sino que la compran a precios que oscilan entre 4 500 y 5 000 \$/ton (US\$ 100 - US 111/ton) Dicha yuca proviene de lugares muy diversos como Antioquia, Cundinamarca, Llanos Orientales, Norte de Santander, Quindío y Huila Se procesan indiscriminadamente alrededor de 50 variedades Es importante recalcar que la variedad de yuca incide en el rendimiento, sin embargo, ésto no se tiene en cuenta y todas las raíces son procesadas al tiempo La tecnología usada en el proceso de prelavado permite la utilización de cualquier variedad de yuca dentro de un margen de merma tolerable Por el contrario, en la región del suroeste de Antioquia la tecnología exige la selección de yuca

El campesino que cultiva yuca en la región tiene una producción de aproximadamente 10 ton/ha y cuenta con una extensión de terreno de 2-3 ha Estos cultivadores utilizan productos químicos, fumigan con máquinas de bomba y abonan la tierra dos veces a los veinte días de plantada la estaca y dos meses después de la siembra El proceso completo, según ellos, demora unos ocho meses, aunque se recomienda un período de quince meses para obtener un mayor rendimiento del almidón

En las rallanderías se cuenta siempre con un abastecimiento diario

que le permite a los ralladores procesar las raíces de cuatro a seis días por semana a lo largo de todo el año

5 3 MERCADEO

El almidón de tipo agrio producido en esta rallandería se transporta a Medellín en donde es vendido a Coltejer (Derivados del Maíz)

El precio de venta (incluyendo costo de transporte) es de \$ 430/arroba (\$ 34 400/ton = US 764, 4/ton) El costo del transporte desde Santander de Quilichao hasta Medellín es de \$ 15/arroba (\$ 1200/ton = US 26 7/ton) Dicho transporte se realiza en un camión de nueve toneladas, propiedad del socio del dueño de la rallandería La Garantía

El afrecho, uno de los subproductos del proceso, es vendido a las fábricas de concentrados en Buga a un precio de \$ 50/arroba (\$ 4000/ton = US\$ 88 9, ton) El otro subproducto importante es la mancha, la cual se vende a un precio de \$ 9000/ton = US 200/ton)

5 4 PROCESO TECNOLÓGICO

A continuación se describe la secuencia de operaciones aplicadas para la obtención del almidón agrio, así como los subproductos que se van obteniendo a lo largo del proceso. Estas operaciones, indicadas en el diagrama de flujo de la figura 5 4/1, serán descritas cada una por separado en las siguientes secciones y son almace-

namiento, prelavado y pelado, rallado, colado o cribado, decantado o sedimentación, fermentación, secado, preparación, empaque, transporte y venta

5 4 1 ALMACENAMIENTO

Las raíces son recibidas a la entrada de la rallandería y son amontonadas en un área de 48 m². Las raíces no son almacenadas por más de un día, por lo general, la materia prima que va llegando, va siendo procesada. A los tubérculos, los cuales vienen en costales corrientes, protegidos con ramas contra posibles daños o magullamientos se les quitan únicamente aquellas partes que estén dañadas. Esto se hace con cuchillos ordinarios y en forma manual.

5 4 2 PRELAVADO Y PELADO

Se utilizan para tal fin una prelavadora que funciona con un motor eléctrico (5 HP, 1725 RPM). Las raíces se vierten en la máquina, consistente en un cilindro hueco horizontal movido por un sistema simple de poleas que están conectadas con el motor. El cilindro está construido en lámina de acero con una serie de rajaduras, las cuales hacen el oficio de cuchillas.

El proceso toma alrededor de 5 minutos/bulto, ya que un tiempo mayor implicaría quitarle a la raíz pedazos que no están dañados y que por lo tanto son útiles. En el proceso prácticamente solo se

elimina la piel oscura Las raíces son sacadas a una pila de cemento recubierta con baldosín, de donde se toman posteriormente para iniciar el proceso del rallado

Las cáscaras son recogidas aparte, se secan al sol y se venden posteriormente como parte del afrecho Dado que este proceso es mecánico, se necesita solamente un operario que alimente la máquina Dicho operario tiene un salario fijo de \$ 150/día (US 3,3/día)

Es importante anotar que un operario no está dedicado exclusivamente a un proceso determinado y que además el propietario de la rallandería pone también a trabajar a tres hijos, los cuales no reciben salario Por lo tanto, para los demás procesos no se incluirá el costo del operario

5 4 3 RALLADO

Las raíces limpias son introducidas manualmente a una ralladora consistente en un cilindro rotante y colocado en forma horizontal que es movido por un sistema de poleas, el cual es activado por un motor eléctrico de 5 H P que gira a una velocidad de 1725 R P M

Las raíces son comprimidas contra el cilindro, el cual tiene una lámina de acero enrollada a su alrededor Esta lámina ha sido

previamente perforada con puntillas y presenta la relación de 9 agujeros/4 cm²

En este proceso las raíces son reducidas a pulpa, liberando así la mayoría de los gránulos del almidón

La capacidad de la ralladora es de 50 bultos/día

La masa resultante es recolectada en vasijas de madera colocadas debajo de la ralladora. Allí es almacenada por corto tiempo para ser llevada al siguiente proceso, el colado. Una demora en la iniciación del proceso del colado puede implicar un producto final de menor calidad, ya que esta masa expuesta por mucho tiempo al medio ambiente puede llegar a dañarse. En esta operación también se requiere de un trabajador que alimente la ralladora.

5 4 4 COLADO O CRIBADO

En esta rallandería se cuenta con tres coladoras, las cuales suplen satisfactoriamente la oferta generada en el proceso de rallado.

Cada coladora procesa aproximadamente una carga de raíces en 20 minutos. Esta máquina que sirve para mezclar con agua la pulpa obtenida en el rallado y así colarla, consiste en un cilindro metálico, puesto en forma horizontal, giratorio con un surtidor en el eje. El cilindro en su interior tiene varias paletas que ayudan

en el proceso de mezcla y en la posterior descarga de los desechos. Al cilindro se le enrolla una lámina con agujeros de $1/2''$, su cara inferior está recubierta con un cedazo de nylon, el cual es utilizado como tamíz y retiene el material más grueso. Los gránulos del almidón que se encuentran en solución salen a través de los orificios de la lámina. En este proceso se agrega agua continuamente hasta que ésta, salga completamente clara. Las coladoras son activadas por un motor eléctrico de 10 H P mediante una transmisión de correas, y giran a una velocidad de 2-3 R P M.

El afrecho, o sea las partículas menos finas que quedan retenidas en el cedazo, constituyen el segundo subproducto del proceso global. Este es secado al sol y posteriormente es empacado conjuntamente con las cáscaras obtenidas del proceso inicial del pelado para luego ser vendido.

Durante el colado un trabajador se encarga de la carga y descarga de la máquina.

5 4 5 DECANTADO O SEDIMENTACION

La leche del almidón es pasada a siete tanques independientes de sedimentación. Esto se hace por gravedad, mediante mangueras de caucho. La disposición de los tanques es tal que pueden funcionar conectadas en paralelo, pero actualmente están siendo utilizados

en forma independiente Estos tanques son de cemento, recubiertos con baldosín

El proceso de sedimentación demora 5 horas, al cabo de las cuales el agua transparente superficial y el tercer subproducto (la mancha) son removidos

Esta remoción se hace con manguera y garlancha, respectivamente La mancha también es secada y vendida

5 4 6 FERMENTACION

En este momento se tiene un producto que podría secarse y venderse almidón dulce Sin embargo, las utilidades obtenidas de este almidón son mucho menores que las que se pueden obtener si el almidón es agrio Por esta razón los rallanderos de la región están dedicados a la producción de almidón agrio exclusivamente

Este almidón húmedo se deposita por medio de palas en tanques similares a los descritos anteriormente, a éstos se les da el nombre de agriadores En éstos se produce la fermentación El ph se reduce de 6.5 a 3.5 o niveles inferiores y permanece constante Las bacterias lácticas ácidas que se crean durante la fermentación son las causantes de esto

Este proceso es el más largo de todos. Al cabo de este tiempo, el exceso de agua es removido y el almidón agrio está listo para ser secado.

Los agriadores son más pequeños que los sedimentadores, dado que el almidón que se está procesando tiene un contenido de agua mucho menor.

5 4 7 SECADO

Los terrones de almidón son expuestos al sol en dos sitios diferentes: el techo de la rallandería, el cual es plano y tiene una extensión de 150 m² y los patios de la rallandería. El almidón, ya sea en el techo o en las bandejas de 1.5 m x 1.0 m que se colocan en el patio, se exponen al sol en capas de 3-5 cm de espesor, procurando desintegrar los terrones para lograr un secado más eficiente. El secado demora de uno a dos días, dependiendo de las condiciones climatológicas. El proceso puede acelerarse un poco removiendo el almidón húmedo.

El techo presenta la característica de tener una trampa para lluvias. El sistema consiste en un techo corredizo que permite cubrir rápidamente el almidón para evitar que se moje cuando llueve, a éste sistema se le conoce con el nombre de celda. Las bandejas o paceras que están en el patio y cubren una extensión de 200

m² deben ser recogidas en caso de lluvia

Se determina si el almidón está bastante seco solamente al tacto, analizando si los gránulos obtenidos pueden ser pulverizados entre los dedos, en cuyo caso se considera terminado el proceso

Cuando el clima lo permita, se requiere de una persona que esté removiendo el almidón constantemente, de lo contrario éste no necesita de ninguna atención adicional

5 4 8 PREPARACION Y EMPAQUE

Una vez seco el almidón es empacado en costales de yute fino para 75 kg. Luego el producto final es transportado por tierra hasta Medellín

Todo el proceso, excluyendo el proceso de fermentación, que representa el mayor problema, demora de 2-3 días y el rendimiento promedio del almidón de yuca es de 20.8%

5 4 9 SUBPRODUCTOS Y DESECHOS

A través de todo el proceso, se generan básicamente dos subproductos rentables y un desecho: el afrecho, la mancha y el claro

5 4 9 1 EL AFRECHO

Como se mencionó anteriormente, el afrecho está compuesto por las cáscaras de las raíces y el material grueso residual del proceso de colado. Este compuesto, originalmente húmedo, es secado al sol y posteriormente empacado en costales comunes. Actualmente está siendo utilizado por fábricas de Buga, para la obtención de concentrados para cerdos, gallinas, vacunos, etc. Su precio de venta es de \$ 50/arroba ($\$ 4\,000/\text{ton} = \text{US}88.9/\text{ton}$). El afrecho, sirve de alimento animal, sin embargo, en esta rallandería no se tienen cerdos por prohibición del Departamento de Sanidad del Cauca.

5 4 9 2 LA MANCHA

Este subproducto del proceso de decantación consiste en la parte del material sedimentado que contiene proteínas. Por su menor densidad, comparada con la del almidón, la mancha se deposita en los tanques de sedimentación por encima del almidón, permitiendo que su remoción sea fácil. Se utiliza como un almidón de inferior calidad y su precio de venta es de \$ 9 000/ton.

5 4 9 3 EL CLARO

El agua superficial remanente del proceso de sedimentación puede considerarse como el desecho del proceso global. Sin embargo, su utilidad es nula y por lo tanto el claro es arrojado como desperdicio.

5 4 10 OBSERVACIONES SOBRE EL PROCESO TECNOLÓGICO

El proceso tecnológico descrito anteriormente presenta una serie de aspectos que serán resaltados a continuación.

La mayoría de las etapas que comprende dicho proceso tecnológico (prelavado-pelado, rallado, colado) son operadas mecánicamente, haciendo uso de un recurso básico disponible: la energía eléctrica. Este recurso, le representa al rallador grandes ventajas locacionales y económicas. Evita el uso de gasolina, que acarrea problemas tales como su adquisición, transporte en medios de servicio público, fluctuación en el precio, etc. La electricidad le representa así mismo comodidad para su vida cotidiana, ya que él vive en el mismo sitio en donde se procesa el almidón de yuca.

Utiliza además agua de los grifos, o sea aquella que es apta para el consumo humano (sin azufre ni excesos de cloro). Es importante resaltar el hecho de que en esta rallandería se está utilizando un proceso de prelavado, el cual es bastante útil debido a que por experimentos realizados por el Instituto de Investigaciones Tecnoló-

gicas de Bogotá, se ha demostrado que el prelavado combinado con un lavado posterior al pelado, reduce el contenido de cenizas del producto final en un 50% y por lo tanto se está incrementando la calidad del almidón /1/

El proceso general presenta de todas maneras dos cuellos de botella el secado y la fermentación. Con respecto al secado se tiene que, dada la disponibilidad de fluido eléctrico, podría pensarse en una tecnificación de este proceso. Se ha experimentado y se ha demostrado que se obtiene un mejoramiento en la calidad del almidón, si éste es secado mecánicamente (50 grados centígrados y 6 horas de duración). Este secado mecánico reduce el contenido de cenizas del producto final del 0.20% al 0.1%. /2/ Sin embargo, los ralladores son bastante obstinados y aseguran que el mejor método es el utilizado actualmente.

En relación al proceso de fermentación, el mayor problema se puede identificar como el tiempo necesario para obtener el almidón agrio a partir del dulce. Aunque este proceso representa su mayor problema, las rallanderías de la región se dedican a la producción del almidón agrio ya que la utilidad generada es muy superior a la del dulce. Experimentalmente se ha tratado de obtener almidón agrio a partir del dulce, tratando éste último con ácidos. Los resultados obtenidos fueron los siguientes aunque

se logró reducir el tiempo de fermentación en forma considerable, se presentaron problemas con las propiedades físicas del producto, su peso molecular es demasiado alto y no se ha logrado reducirlo suficientemente para ser utilizado en la producción del pan de yuca /3/

Con relación al caso del secado, existen actualmente técnicas como los hornos convencionales de cocina o las cámaras fluidizadas /4/, sobre las cuales se puede fijar la atención con el fin de mejorar esta etapa. Sin embargo, como se trata de rallanderías de extracción de almidón de yuca a pequeña o mediana escala, la introducción de nuevas técnicas debe tener en cuenta que el monto de la inversión no sea muy elevado y que permita así mismo mejorar el rendimiento de la rallandería y la calidad del almidón.

Por lo general, este tipo de rallanderías funcionan con base en la economía familiar en el sentido de que el propietario pone a trabajar a sus hijos sin que éstos obtengan remuneración alguna. En la rallandería en estudio trabajan de 6 a 7 personas, tres de las cuales son parientes directos del dueño. Las restantes son mano de obra externa y se contratan por un jornal de \$150/día (US3,3/día).

En general, el proceso de fabricación de almidón agro aprovecha las ventajas comparativas de la región.

- Relativo bajo costo de la mano de obra
- Disponibilidad de agua de buena calidad y de energía eléctrica
- Estar ubicada en un sitio de fácil acceso

Sin embargo, existe una gran dependencia de la producción de la fábrica debido al suministro de raíces, ya que por lo general ninguno de los ralladores de la región es cultivador

El propietario de esta rallandería -La Garantía- manifestó estar bastante conforme con el rendimiento de ésta, le gustaría ampliarla, pero según él, su mayor problema sería el consumo de agua que esta expansión traería. Actualmente sus gastos mensuales de agua y luz son de \$ 6 000 y \$ 1 500 respectivamente

5 5

EVALUACION ECONOMICA

A continuación se detallan dos alternativas para la transformación de la yuca en almidón agrío, tomando como ejemplo la capacidad máxima y mínima de procesamiento de la fábrica La Garantía, de Santander de Quilichao, en el Valle del Cauca, con la utilización de una tecnología que puede considerarse generalizada para la zona, según sus condiciones de producción

Se toman como variables fijas la tasa de extracción del almidón, estimada en el 21%, el rendimiento del afrecho (8,3%) y el rendimiento de la mancha (2%), para la obtención de los subproduc-

tos, Como variables independientes el suministro anual de raíces para el caso A 720 ton, para el caso B, 2228,6 ton, y los días de trabajo anuales, 192 y 308 para los casos A y B respectivamente, Las variables dependientes son la producción anual de almidón, producción anual de afrecho y producción anual de la mancha, Tanto para el caso A como para el B se calcularon dos alternativas, utilizando precios máximos y mínimos de las raíces de yuca la alternativa I corresponde a un precio de \$ 4 500/ton , mientras que la II corresponde a uno de \$ 5 000/ton

5,5,1 EVALUACION ECONOMICA A (PRODUCCION MINIMA)

Fábrica de almidón La Garantía, Santander de Quilichao

5,5,1,1 CARACTERISTICAS DE PROCESAMIENTO

Días de trabajo por año

$4 \text{ días/semana} \times 4 \text{ semanas/mes} \times 12 \text{ meses/año} = 192 \text{ días}$

Producción anual de almidón

$50 \text{ bultos raíces/día} \times 0,075 \text{ ton/bulto} \times 0,21 \times 192 \text{ días/año} = 151,2 \text{ ton}$

Tasa de extracción de almidón

$2,5 \text{ arrobas de almidón de } 12 \text{ arrobas de raíces, ó sea } 0,03125 \text{ ton de almidón de } 0,15 \text{ ton de raíces}$

$2,5 \times 100/12 = 21\%$

Suministro anual de raíces

$50 \text{ bultos/día} \times 0,075 \text{ ton/bulto} \times 192 \text{ días/año} = 720 \text{ ton,}$

Variedades utilizadas Todas

Rendimiento del afrecho

1 arroba de afrecho de 12 arrobos de raíces, ó sea 0,0125 ton de afrecho de 0,15 ton de raíces

$$1 \times 100/12 = 8,3\%$$

Producción anual de afrecho

$$720 \text{ ton raíces} \times 0,083 = 59,8 \text{ ton}$$

Rendimiento de la mancha

6 lbs de mancha de 12 arrobos de raíces, ó sea 0,003 ton de mancha de 0,15 ton de raíces

$$0,003 \times 100/0,15 = 2\%$$

Producción anual de mancha

$$720 \text{ ton raíces} \times 0,02 = 14,4 \text{ ton}$$

5 5 1 2 DETERMINACION DE LA INVERSION PARA EL PROCESAMIENTO DE LA YUCA

5 5 1 2 1 INVERSION EN EDIFICIOS Y TERRENOS

Sistema de secado (costo estimado)	\$ 100 000
Terreno 600 m ² , a \$ 500/m ² (dato ing civil)	\$ <u>300 000</u>
Total	\$ 400 000

5 5 1 2 2 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL EN EDIFICIOS (SECADO)

(a 10 años, sin valor de salvamento) \$ 10 000

5 5 1 2 3 ARRENDAMIENTO ANUAL EQUIVALENTE

Se calcula a partir de una serie infinita de pagos anuales, equivalentes a \$ 300 000 de costo del lote edificado, con una tasa de oportunidad i estimada en 30% /5/

$$i = \frac{R}{P} \quad R = P \cdot i$$

P = valor presente del lote = \$ 300 000

R = arrendamiento anual equivalente

$R = 300\,000 \times 0.30 = \$ 90\,000$

5 5 1 2 4 INVERSION EN EQUIPO

1 peladora *	\$ 25 000
1 ralladora *	\$ 25 000
3 coladoras (\$ 45 000 c/u)*	\$ 135 000
2 motores eléctricos de 5 H P \$25 000 c/u)	\$ 50 000
1 motor eléctrico de 10 H P	\$ 31 000
Tanques de sedimentación y fermentación, cajones, bandejas, mangueras y herramientas (costo estimado)	\$ 300 000
Total	\$ 566 000

* Los costos de estos equipos se obtuvieron del diseño de la fábrica y de constructores de esta maquinaria en Mondomo

5 5 1 2 5 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL EN EQUIPOS

(a 10 años sin valor de salvamento	\$	56 600
------------------------------------	----	--------

5 5 1 3 COSTO ANUAL DE MATERIA PRIMA

(1) 720 ton, a \$ 4 500/ton	\$	3'240 000
-----------------------------	----	-----------

(2) 720 ton, a \$ 5 000/ton	\$	3'600 000
-----------------------------	----	-----------

5 5 1 4 DETERMINACION DEL COSTO ANUAL DE PROCESAMIENTO

5 5 1 4 1 COSTOS ANUALES DE MANO DE OBRA

4 jornaleros, a \$ 150/día, 192 días/año	\$	115 000
--	----	---------

5 5 1 4 2 GASTOS ANUALES DE FUNCIONAMIENTO

(Suponiendo que se utilizan 4/5 de servicios en la fábrica y 1/5 en la habitación)

Luz \$ 1 500 x 4/5/mes x 12 meses	\$	14 400
-----------------------------------	----	--------

Agua \$ 6 000 x 4/5 x 12 meses	\$	57 600
--------------------------------	----	--------

Costales (estimados 3000 costales de 75 kg c/u, a \$ 10/unidad)	\$	30 000
---	----	--------

Mantenimiento (estimado pintura, tornillos, cedazos)	\$	23 000
--	----	--------

Total anual	\$	125 000
-------------	----	---------

5 5 1 4 3 CALCULO DEL COSTO ANUAL DE PROCESAMIENTO

Se obtiene sumando los siguientes renglones

Depreciación anual edificios y terrenos (secado)	\$	10 000
Arrendamiento anual equivalente	\$	90 000
Depreciación anual equipos	\$	56 600
Costo anual mano de obra	\$	115 200
Gastos anuales funcionamiento	\$	<u>125 000</u>
Total anual del costo de procesamiento	\$	396 800

5 5 1 5 COSTO DE TRANSPORTE

(a Medellín, \$ 1 200/ton, 151,2 ton de almidón
año) \$ 181 440

5 5 1 6 DETERMINACION DEL COSTO TOTAL ANUAL DE PRODUCCION

Se obtiene sumando los siguientes renglones

	I	II
Costo anual de materia prima	\$ 3'240 000	\$ 3'600 000
Costo anual de procesamiento	\$ <u>396 800</u>	\$ <u>396 800</u>
Costo de producción	\$ 3'636 800	\$ 3'996 800

5 5 1 7 DETERMINACION DEL COSTO DE VENTA

Se obtiene sumando los siguientes renglones

	I	II
Costo anual de producción	\$ 3'636 800	\$ 3'996 800
Costo anual de transporte	<u>\$ 181 440</u>	<u>\$ 181 440</u>
Costo de venta	\$ 3'818 240	\$ 4'178 240

5 5 1 8 DETERMINACION DE LA UTILIDAD ANUAL TOTAL

5 5 1 8 1 INGRESO ANUAL POR VENTA DE ALMIDON

151,2 ton almidón, a \$ 34 400/ton (según dueño) \$ 5'201 280

5 5 1 8 2 UTILIDAD EN VENTA DE ALMIDON

	I	II
Ingreso anual por ventas de almidón	\$ 5'201 280	\$ 5'201 280
(-) Costo de venta	<u>\$ 3'818 240</u>	<u>\$ 4'178 240</u>
Utilidad en venta de almidón	\$ 1'383 040	\$ 1'023 040

5 5 1 8 3 INGRESOS ANUALES ADICIONALES

Se obtiene sumando los ingresos obtenidos por la venta de los subproductos

59,8 ton afrecho a \$ 4 000/ton (según dueño)	\$ 239 200
14,4 ton mancha, a \$ 9 000/ton (según dueño)	<u>\$ 129 600</u>
Total	\$ 368 800

5 5 1 8 4 UTILIDAD ANUAL TOTAL

Se obtiene sumando los siguientes renglones

	I	II
Utilidad en venta de almidón	\$ 1'383 040	\$ 1'023 040
Ingresos anuales adicionales (no hay costos significativos asociados con los subproductos)	\$ 368 800	\$ 368 800
Utilidad anual total	\$ 1'751 840	\$ 1'391 840

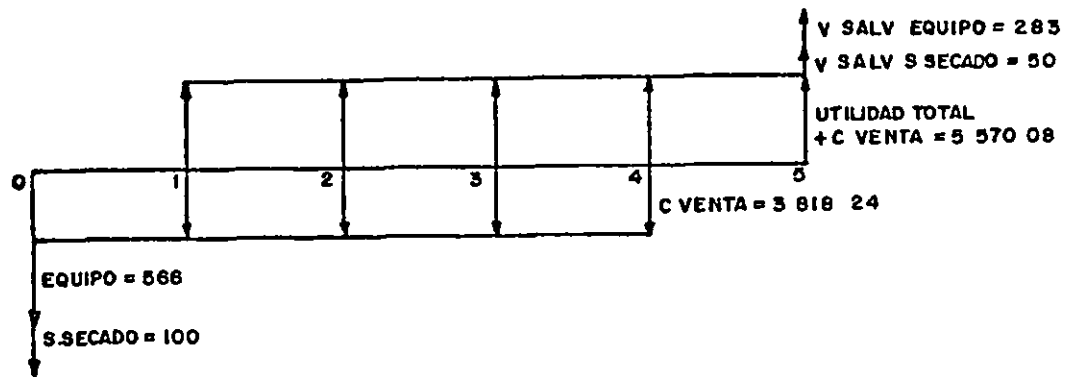
5 5 1 9 TASA INTERNA DE RETORNO (ANUAL)

Se evalúan las inversiones para los casos (1) y (2) a 5 años, teniendo en cuenta el valor del salvamento cuando los activos no se hayan depreciado totalmente, colocando los gastos al inicio de los períodos y los ingresos al final de los mismos /5/

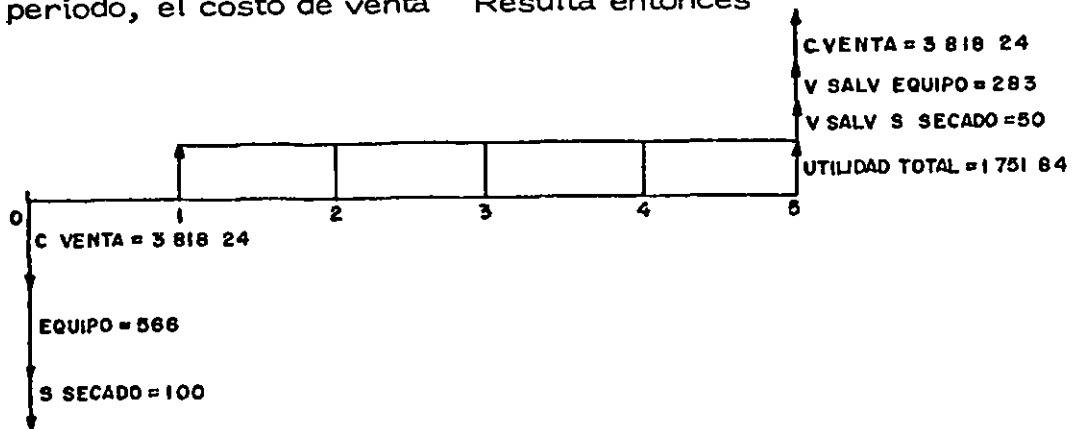
5 5 1 9 1 ALTERNATIVA I

Precio de la yuca \$ 4 500/ton

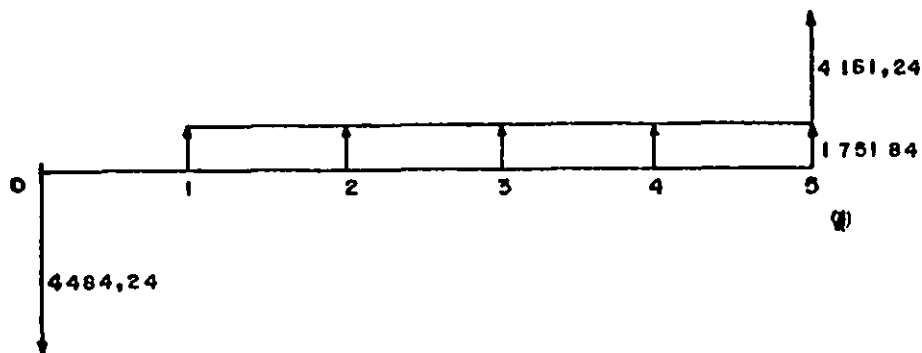
El siguiente diagrama ilustra los flujos correspondientes a un período de 5 años (cifras en miles de pesos)



En general, y aplicable a los cálculos que sigan, este diagrama es equivalente al que resulta de sumar y restar a éste, en el último período, el costo de venta. Resulta entonces



Este diagrama se reduce a



La tasa interna de retorno i se obtiene de la siguiente ecuación

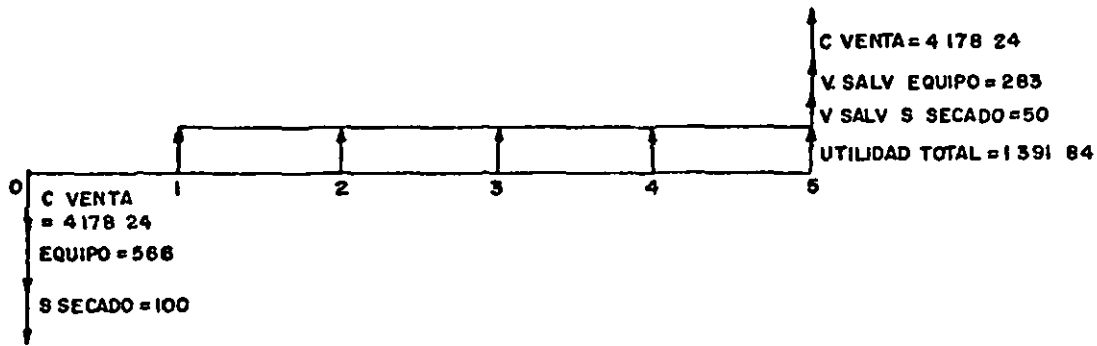
$$4\ 484 = 4\ 151\ 24 \left[\frac{1}{1+i} \right]^5 + 1\ 751\ 84 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{i(1+i)^5} \right]$$

$$i = 0,383 = 38,3\% \text{ (anual)}$$

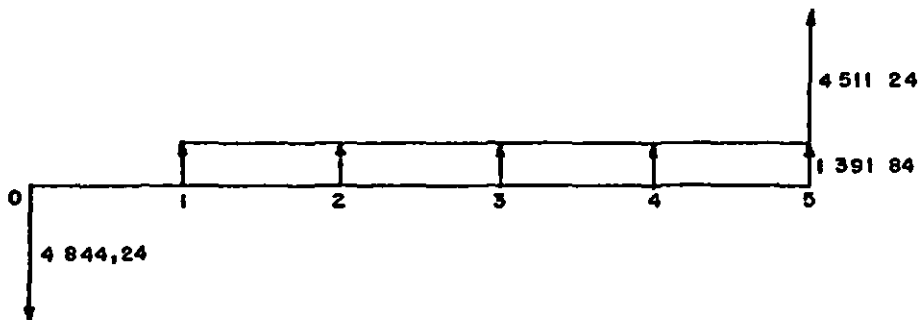
5 5 1 9 2 ALTERNATIVA II

Precio de la yuca = \$ 5 000/ton

El diagrama equivalente que representa esta inversión es (\$ x 1000)



Este diagrama se reduce a



La tasa interna de retorno i se obtiene de la siguiente ecuación

$$4\,844,24 = 4,511,24 \left[\frac{1}{1+i} \right]^5 + 1\,391,84 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{i(1+i)^5} \right]$$

$$i = 0,279 = 27,9\% \text{ (anual)}$$

5 5 1 10 RESUMEN DEL COSTO DE PRODUCCION A

Costos anuales en \$, también en pesos por tonelada de almidón producida anualmente, y dólares por tonelada de almidón producida anualmente (1 dólar = \$ 45)

PRODUCCION ANUAL DE ALMIDON 151,2 Ton

	\$/AÑO	\$/TON	DOL/TON
Costo materia prima	3'240 000/3'600 000	21 428/23 809	476,2/529,1
Edificios y terrenos	10 000	66	1,5
Arrendamiento anual eq	90 000	595	13,2
Equipos	56 600	374	8,3
Mano de obra	115 200	762	16,9
Funcionamiento	125 000	827	18,4
Costo de procesa miento	396 800	2623	58,4
Costo de producción	3'636 800/3'996 800	24 052/26 443	534,6/587,5

La tasa interna de retorno i se obtiene de la siguiente ecuación

$$4\ 844,24 = 4\ 511,24 \left[\frac{1}{1+i} \right]^5 + 1\ 391,84 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{i(1+i)^5} \right]$$

$$i = 0,279 = 27,9\% \text{ (anual)}$$

5 5 1 10 RESUMEN DEL COSTO DE PRODUCCION A

Costos anuales en \$, también en pesos por tonelada de almidón producida anualmente, y dólares por tonelada de almidón producida anualmente (1 dólar = \$ 45)

PRODUCCION ANUAL DE ALMIDON 151,2 Ton

	\$/AÑO	\$/TON	DOL/TON
Costo materia prima	3'240 000/3'600 000	21 428/23 809	476,2/529,1
Edificios y terrenos	10 000	66	1,5
Arrendamiento anual eq	90 000	595	13,2
Equipos	56 600	374	8,3
Mano de obra	115 200	762	16,9
Funcionamiento	125 000	827	18,4
Costo de procesamiento	396 800	2623	58,4
<u>Costo de producción</u>	<u>3'636 800/3'996 800</u>	<u>24 052/26 443</u>	<u>534,6/587,5</u>

5 5 1 11 RESUMEN DEL ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS A

	\$/AÑO	\$/TON	DOL/TON
Costo de materia prima	3'240 000/3'600 000	21 428/23 809	476,2/529,1
Costo de procesamiento	<u>396 800</u>	<u>2 028</u>	<u>45,2</u>
Costo de producción	3'636 800/3'996 800	24 052/26 443	534,6/587,5
Costo de transporte	<u>181 440</u>	<u>1 200</u>	<u>26,7</u>
Costo de venta	3'818 240/4'178 240	25 252/27 633	561,2/614,1
Precio de venta	5'201 280	34 400	764,4
Utilidad venta almidón	1'383 040/1'023 040	9 148/6 767	203,2/150,3
Ingresos adicionales	<u>368 800</u>	<u>2 439</u>	<u>54,2</u>
Utilidad total	1'751 840/1'391 840	11 587/9 206	257,4/204,5

5 5 2 EVALUACION ECONOMICA B (PRODUCCION MAXIMA)

Fábrica de Almidón La Garantía, Santander de Quilichao

5 5 2 1 CARACTERISTICAS DE PROCESAMIENTO

Días de trabajo por año

6 días/semana x 4 semanas/mes x 12 meses/año + 20 domingos =

308 días

Producción anual de almidón

Según el dueño, se despechan a Medellín 9 ton/semana de almidón

Para lograr esta producción se debe trabajar los sábados y algunos domingos

9 ton/semana x 52 semanas/año = 468 ton

Tasa de extracción de almidón 21% (ver 5 5 1 1)

Suministro anual de raíces

468 ton/0 21 = 2228,6 ton

Variedades utilizadas Todas

Rendimiento del afrecho 8,3% (ver 5 5 1 1)

Producción anual de afrecho

2228,6 ton raíces x 0,083 = 185 ton

Rendimiento de la mancha 2% (ver 5 5 1 1)

Producción anual de mancha

2228,6 ton raíces x 0 02 = 44,6 ton

5 5 2 2 DETERMINACION DE LA INVERSION PARA EL PROCESAMIENTO DE LA YUCA

5 5 2 2 1 INVERSION EN EDIFICIOS Y TERRENOS

Sistema de secado (costo estimado)	\$ 100 000
------------------------------------	------------

Terreno 600 m ² a \$ 1000/m ³ (según dueño)	<u>\$ 600 000</u>
---	-------------------

Total	\$ 700 00
-------	-----------

5 5 2 2 2 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL EN EDIFICIOS (SECADO)

(a 10 años, sin valor de salvamento)	\$ 10 000
--------------------------------------	-----------

5 5 2 2 3 ARRENDAMIENTO ANUAL EQUIVALENTE

Se calcula a partir de una serie infinita de pagos anuales, equivalentes a \$ 600 000 de costo del lote edificado, con una tasa de oportunidad i estimada en 30% (ver 5 5 2 3)

$$R = 600\ 000 \times 0\ 30 = \$ 180\ 000$$

5 5 2 2 4 INVERSION EN EQUIPO (Ver 5 5 1 2 4)

1 Peladora	\$ 25 000
1 Ralladora	\$ 25 000
3 Coladoras	\$ 135 000
2 motores eléctricos de 5 H P	\$ 50 000
1 motor eléctrico de 10 H P	\$ 31 000
Tanques de sedimentación y fermentación, cajones, bandejas, mangueras y herramientas (costo estimado)	<u>\$ 300 000</u>
Total	\$ 566 000

5 5 2 2 5 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL EN EQUIPOS

(a 10 años, sin valor de salvamento)	\$ 56 600
--------------------------------------	-----------

5 5 2 3 COSTO ANUAL DE MATERIA PRIMA

(1) 2228,6 ton a \$ 4 500/ton	\$ 10'028 700
(2) 2228,6 ton a \$ 5 000/ton	\$ 11'143 000

5 5 2 4 DETERMINACION DEL COSTO ANUAL DE PROCESAMIENTO

5 5 2 4 1 GASTOS ANUALES DE MANO DE OBRA

4 jornaleros a \$ 150/día x 288 días/año	\$ 172 800
+ 20 dominicales a \$ 450, 4 jornaleros	<u>\$ 36 000</u>
Total	\$ 208 800

5 5 2 4 2 GASTOS ANUALES DE FUNCIONAMIENTO

Luz (\$ 1 500/mes x 12 meses)	\$ 18 000
Agua (\$ 6 000/mes x 12 meses)	\$ 72 000
Costales (estimado 9 300 costales de 75 kg c/u, a \$ 10/unidad)	\$ 93 000
Mantenimiento (estimado pinturas, tornillos, cedazos)	<u>\$ 27 000</u>
Total anual	\$ 210 000

5 5 2 4 3 CALCULO DEL COSTO ANUAL DE PROCESAMIENTO

Se obtiene sumando los siguientes renglones

Depreciación anual edificios y terrenos	\$ 10 000
Arrendamiento anual equivalente	\$ 180 000Depr
Depreciación anual equipos	\$ 56 600
Costo anual mano de obra	\$ 208 800
Costos anuales funcionamiento	<u>\$ 210 000</u>
Total anual del costo de procesamiento	\$ 665 400

5 5 2 5 COSTO DE TRANSPORTE

(a Medellín, \$ 1 200/ton, 468 ton de almidón/año

\$ 561 600

5 5 2 6 DETERMINACION DEL COSTO TOTAL ANUAL DE PRODUCCION

Se obtiene sumando los siguientes renglones

	I	II
Costo anual de materia prima	\$ 10'028 700	\$ 11'143 000
Costo anual de procesamiento	<u>\$ 665 400</u>	<u>\$ 665 400</u>
Costo de producción	\$ 10'694 100	\$ 11'808 400

5 5 2 7 DETERMINACION DEL COSTO DE VENTA

Se obtiene sumando los siguientes renglones

	I	II
Costo anual de producción	\$ 10'694 100	\$ 11'808 400
Costo anual de transporte	<u>\$ 561 600</u>	<u>\$ 561 600</u>
Costo de venta	\$ 11'255 700	\$ 12'370 000

5 5 2 8 DETERMINACION DE LA UTILIDAD ANUAL TOTAL

5 5 2 8 1 INGRESO ANUAL POR VENTA DE ALMIDON

468 ton almidón a \$ 34 400/ton

\$ 16'099 200

5 5 2 8 2 UTILIDADES EN VENTA DE ALMIDON

	I	II
Ingreso anual por ventas de almidón	\$ 16'099 200	\$ 16'099 200
(-) Costo de Venta	<u>\$ 11'255 700</u>	<u>\$ 12'370 000</u>
Utilidad en venta de almidón	\$ 4'843 500	\$ 3'729 200

5 5 2 8 3 INGRESOS ANUALES ADICIONALES

Se obtiene sumando los ingresos obtenidos por la venta de los sub-productos

185 ton afrecho a \$ 4 000/ton	\$ 740 000
44 6 ton mancha a \$ 9 000/ton	<u>\$ 401 400</u>
Total	\$ 1'141 400

5 5 2 8 4 UTILIDAD ANUAL TOTAL

Se obtiene sumando los siguientes renglones

Utilidad en venta de almidón	\$ 4'843 500	\$ 3'729 200
Ingresos anuales adicionales (no hay costos significativos asociados con los subproductos)	<u>\$ 1'141 400</u>	<u>\$ 1'141 400</u>
Utilidad anual total	\$ 5'984 900	\$ 4'870 600

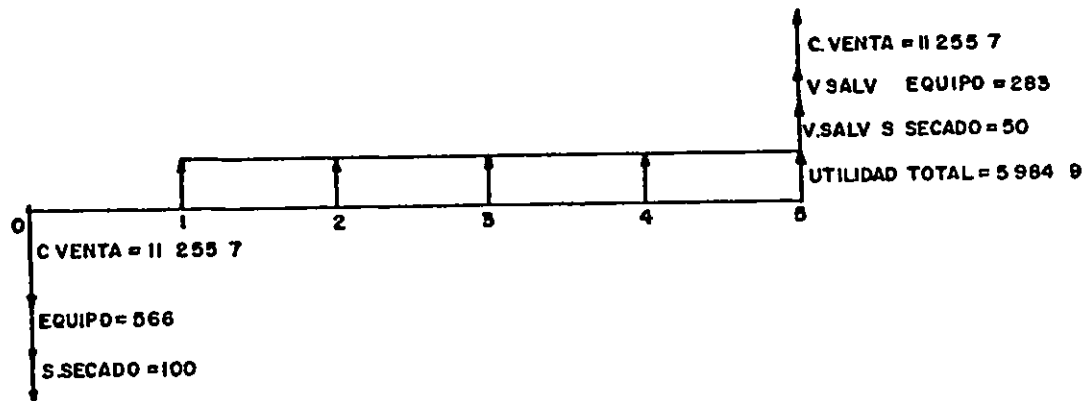
5 5 2 9 TASA INTERNA DE RETORNO (ANUAL)

Se evalúan las inversiones como en 5 5 1 9

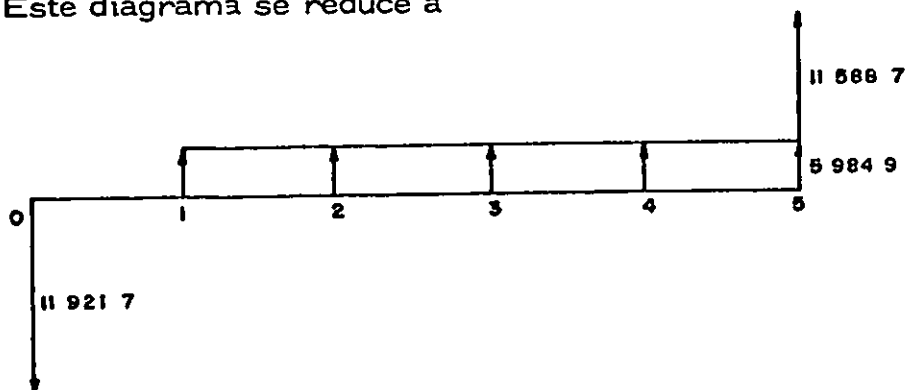
5 5 2 9 1 ALTERNATIVA I

Precio de la yuca \$ 4 500/ton

El diagrama equivalente que representa esta inversión es (\$ x 1000)



Este diagrama se reduce a



La tasa interna de retorno i se obtiene de la siguiente ecuación

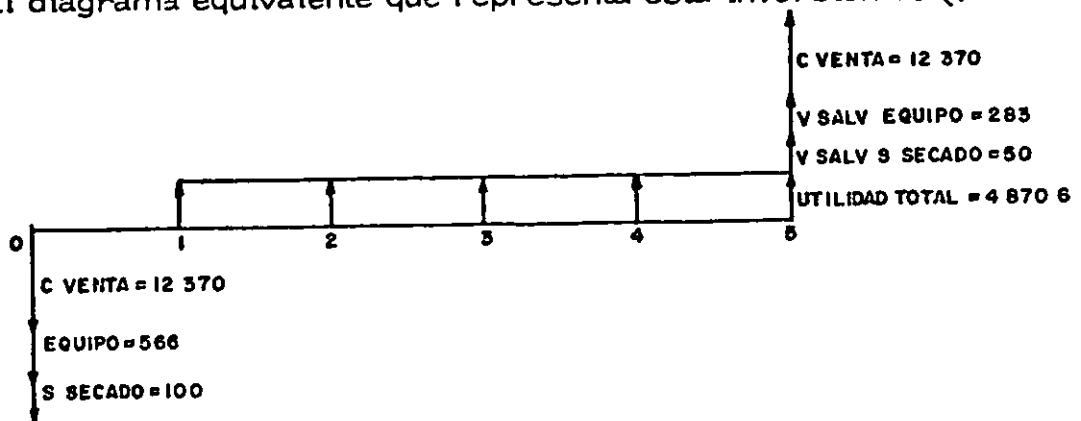
$$11\ 921,7 = 11\ 588,7 \left[\frac{1}{1+i} \right]^5 + 5\ 984,9 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{1(1+i)^5} \right]$$

$$i = 0,50 = 50\% \text{ (anual)}$$

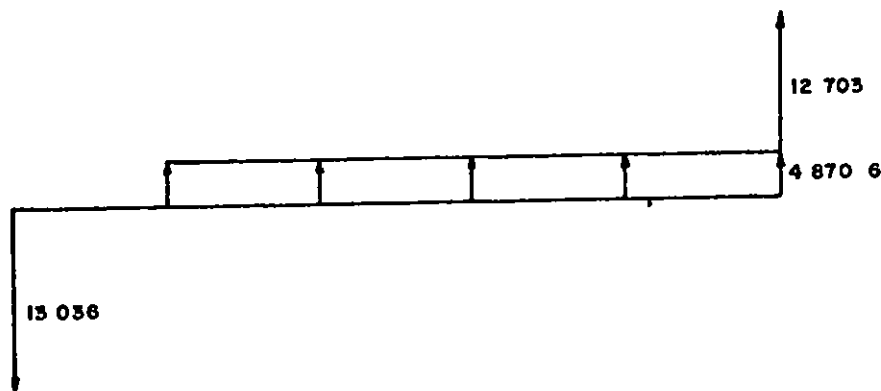
5 5 2 9 2 ALTERNATIVA II

Precio de la yuca \$ 5 000/ton

El diagrama equivalente que representa esta inversión es (\$ x 1000)



Este diagrama se reduce a



La tasa interna de retorno i se obtiene de la siguiente ecuación

$$13\,036 = 12\,703 \left[\frac{1}{1+i} \right]^5 + 4\,870,6 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{i(1+i)^5} \right]$$

$$i = 0,371 = 37,1\%$$

5 5 2 10 RESUMEN DEL COSTO DE PRODUCCION B

Costos anuales en \$, también en \$ por tonelada de almidón producida anualmente, y dólares por tonelada de almidón producida anualmente (1 dólar = \$ 45)

	\$/AÑO	\$/TON	DOL/TON
Costo materia prima	10'028 700/11'143 000	21 429/23 810	476 2/529 1
Edificios y terrenos	10 000	21	0 5
Arrend anual equivalente	180 000	385	8 5
Equipos	56 600	121	2 7
Mano de obra	208 800	446	9 9
Funcionamiento	210 000	449	1 0
Costo de procesamiento	665 400	1 422	31 5
Costo de producción	10'694 100/11'808 400	22 850/25 231	507 7/560 6

5 5 2 11 RESUMEN DEL ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS B

	\$/AÑO	\$/TON	DOL/TON
Costo de materia prima	10'028 700/11'143 000	21 429/23 810	476 2/529 1
Costo de procesamiento	<u>665 400</u>	<u>1 422</u>	<u>31 5</u>
Costo de producción	10'694 100/11'808 400	22 850/25 231	507 7/560 6
Costo de transporte	<u>561 600</u>	<u>1 200</u>	<u>26 7</u>
Costo de venta	11'075 700/12'190 000	24 050/26 431	534 4/587 3
Precio de venta	16'099 200	34 400	764 4
Utilidad venta almid	4'843 500/ 3'729 200	10 350/ 7 969	230 0/177 1
Ingresos adicionales	<u>1'141 400</u>	<u>2 439</u>	<u>54 2</u>
Utilidad total	5'984 900/ 4'870 600	12 788/10 407	284 2/231 3

Distribución de Costos	AI		AII		BI		BII	
	\$(x1000)	%	\$(x1000)	%	\$(x1000)	%	\$(x1000)	%
Materia prima	3 240	84 5	3 600	86 1	10 028 7	89 1	11 143	90 1
Funcionamiento	125	3 3	125	3 0	210	1 9	210	1 7
Mano de obra	115 2	3 0	115 2	2 8	208 8	1 9	208 8	1 7
Gastos capital (deprecia- ciones)	156 6	4 1	156 6	3 7	246 6	2 2	246 6	2 0
Transporte	181 44	4 8	181 44	4 3	561 6	5 0	561 6	4 5
	3 818 24	100	4 178 24	100	11 255 7	100	12 370	100

CONCLUSIONES

- El % que ocupa la materia prima en el costo de venta fluctúa entre 85 y 90%, aumenta al aumentar el precio de compra de la yuca (como es lógico), y algo al aumentar la producción. Los datos obtenidos sobrepasan un poco el promedio estimado por Teresa S de Buckle (= 84%), pero concuerdan a grandes rasgos.
- Los gastos de capital están entre 2 y 4% y disminuyen al aumentar el costo de materia prima y la producción. Teresa S de Buckle los estima en 3%, lo cual concuerda con los valores calculados.
- Los gastos de funcionamiento están entre 2 y 3% (comparado con 3,5% de T S de B), disminuyen al aumentar el costo de materia prima y la producción.
- La mano de obra constituye de 2 a 3% aproximadamente de costo de venta (comparado con 4,5% de T S de B), y su importancia disminuye al aumentar la producción.
- El porcentaje representado por gastos de transporte está entre 4,5 y 5% (comparado con 4% de T S de B) y permanece casi constante para todo volumen de producción.
- En resumen, si la variación de costo en la materia prima no es muy grande, y si el rango de producción no es muy amplio,

los porcentajes representados por los distintos renglones que componen el costo de venta no sufren mayores alteraciones y concuerdan notablemente con el cuadro presentado por T S de B. Por lo tanto, se puede considerar que en realidad se analizó un caso típico y que este análisis es correcto.

- Las tasas de interés se obtuvieron considerando la inversión a 5 años, sin tener en cuenta la devaluación, ya que se consideró que ésta era compensada por aumentos en costos e ingresos. Se observa que el interés aumenta notablemente tanto con el aumento de producción como con la disminución en el costo de la materia prima. Es importante considerar mejoras en las distintas etapas de la producción con el fin de aumentar la rentabilidad.
- En la zona de Valle y Cauca se está mecanizando el proceso de fabricación del almidón agrario a partir de yuca. Se cuenta ya con fábricas locales de lavadoras-peladoras, ralladoras y coladoras (Mondomo, Santander de Quilichao, Palmira). Este hecho tiende a lograr economías en el proceso. En cuanto al pelado, por ejemplo, se evita el mecanizar el desperdicio ocasionado por el pelado manual y por los robos y se logra un producto final con un contenido notablemente más bajo en cenizas, lo que implica mejor calidad y la consecución de un mejor precio de venta.
- Es recomendable estudiar la localización de las fábricas de almi-

dón un poco alejadas de zonas residenciales, ya que hay quejas por malos olores

- Existe el problema de la falta de créditos para la industrialización de la producción de almidón, en contraposición al hecho de que sí se dan los préstamos para el cultivo mismo de la yuca
- Otro problema es la difícil consecución de empleados para trabajar en las rallanderías. La fuerza laboral se ha desplazado hacia la agricultura comercial y la ganadería
- Sería conveniente realizar estudios detallados sobre aceleración del proceso de fermentación en el almidón pretendiendo encontrar una solución al cuello de botella que representa esta etapa del proceso en las rallanderías. Sin embargo, es muy importante mantener las propiedades de peso molecular y ligazón del almidón que hacen apto su uso en panadería
- El secado es otra del proceso susceptible de ser tecnificado, principalmente con el objeto de obtener un producto de más alta calidad, ya que al secarse al sol y al aire el almidón se contamina y aumenta su contenido en cenizas
- Teniendo en cuenta la importancia del prelavado y pelado, en la calidad final del almidón se considera recomendable estudiar la posibilidad de introducir otras alternativas tales como la utiliza-

ción de una prelavadora y descascaradora helicoidal de cepillo

En la región nororiental del departamento del Cauca la yuca se cultiva por lo general en pequeñas parcelas de 2 a 10 hectáreas cada una, en su mayoría de tipo minifundario, con mano de obra familiar y que podría considerarse como un capital fijo del pequeño productor

En la mayoría de los casos este cultivo es alternativo con el plátano y el café. Los ingresos obtenidos por el café constituyen el ahorro para el pequeño productor, ahorro que puede depositarse en cuentas bancarias o convertirse en el respaldo para la inversión inicial en la siguiente cosecha. Los ingresos obtenidos por la yuca y el plátano son utilizados para la adquisición de bienes de consumo final y para el auto-consumo.

La yuca es un producto tradicional básico para la alimentación de los estratos de bajos ingresos. Sus formas de explotación y producción no permiten la organización de un sistema formal de comercialización, sino que ésta se lleva a cabo a través de los pequeños productores en el mercado local más próximo, o bien en centros de acopio rurales, mediante pequeños intermediarios que en la mayoría de los casos cuentan con su propio medio de transporte y con frecuencia compran la producción in situ o bajo tierra, especulando sobre los precios por la falta de capital del pequeño productor.

Las entrevistas practicadas en la región evidencian la falta de asistencia técnica y apoyo crediticio para el cultivo de la yuca. Igualmente, se registra una escasez de financiación para su procesamiento a pesar de los esfuerzos de la Caja Agraria.

Es manifiesto el desarrollo de productores pertenecientes a la agricultura comercial como el café, los cuales cuentan con una infraestructura apropiada. Sin embargo, no puede identificarse un descenso en el cultivo de la yuca. Ello podría explicarse por las bajas exigencias del tubérculo en cuanto a la calidad de la tierra y el clima y la posibilidad de utilización de una tecnología en el cultivo intensa en mano de obra que permite maximizar el aprovechamiento de los recursos humanos disponibles a nivel de unidad de producción.

No debe olvidarse que en el caso colombiano cerca del 90% de la producción de yuca es destinada al consumo directo humano. Teniendo en cuenta que la estructura socio-económica tanto rural como urbana del país es heterogénea y ésto se refleja en una demanda de gran diversidad y variación en cuanto a tipos de calidad y precios en los productos alimenticios de consumo directo. La producción de los alimentos adquiere así características de heterogeneidad. Esto se conjuga a nivel de unidad de producción con las circunstancias locales, presentando una gran diversidad que comprende la utilización doméstica, la producción artesanal, la pequeña y mediana industria.

La opción de conservación, aún con la disponibilidad de tecnologías (congelamiento, prafinado, apilado, etc), es difícil en el caso colombiano, dada la ausencia de un sistema formal de comercialización que pudiera aprovechar sus ventajas

Existe si una cierta industrialización de la yuca con base a un pequeño pero creciente mercado del almidón tanto agrio como dulce. El almidón agrio destinado a la panadería y repostería permite también un cierto grado de diversidad en cuanto a la calidad del mismo lo cual justifica la modalidad tecnológica aplicada en el Cauca. El almidón dulce se ha venido desarrollando cada vez más hacia aplicaciones industriales, la cuales se caracterizan por altas exigencias en la homogeneidad y calidad del producto. Esto explicaría que las pequeñas rallanderías como las localizadas en el norte del Tolima y el suroriente de Cundinamarca, que suplieron un consumo doméstico (Ej. planchado) han venido declinando frente a fábricas con tecnologías modernas que garantizan un producto industrial homogéneo, tales como Almicor en Bogotá e Inyucal en Barranquilla.

REFERENCIAS

- /1/ Teresa Salazar de Buckle, et al Small-Scale Production of Sweet and Sour Starch in Colombia Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Bogotá, Colombia
- /2/ Teresa Salazar de Buckle, et al, Op cit
- /3/ Teresa Salazar de Buckle, et al Op Cit
- /4/ Friedrich Meuser Cassava Flours and Starches Some Considerations TUB Institut für Lebensmitteltechnologie, Getreidetechnologie, Berlin, West Germany
- /5/ Arturo Infante Evaluación económica de proyectos de inversión Biblioteca Banco Popular Cali, Colombia

FIGURA 5 5 2/1

RESUMEN COMPARATIVO DEL COSTO DE PRODUCCION, PARA LAS ALTERNATIVAS A Y B

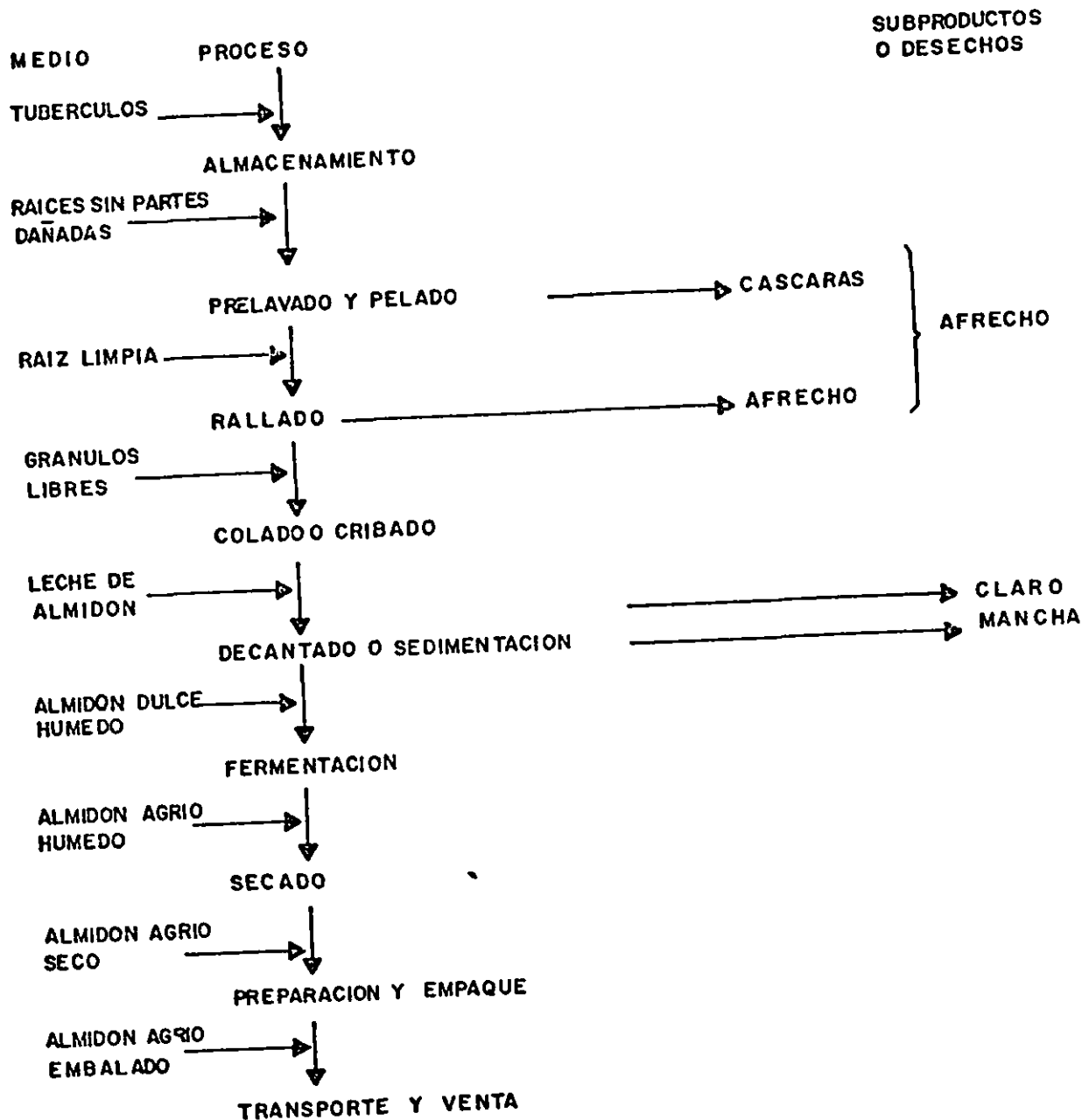
Producción anual almidón A 151,2 ton Producción anual almidón B 468 ton	\$/AÑO		\$/TON		DOL/TON	
	A	B	A	B	A	B
Costo de materia prima	3'240 000/ 3'600 000	10 028 700 11'143 000	21 428 23 809	21 429 23 810	476 2 529 1	476 2 529 1
Edificios y terreno	10 000	10 000	66	21	1 5	0 5
Arrendamiento anual equivalente	90 000	180 000	595	385	13 2	8 5
Equipos	56 600	56 600	374	121	8 3	2 7
Mano de obra	115 200	208 800	762	446	16 9	9 9
Funcionamiento	125 000	210 000	827	449	18 4	10
Costo de procesamiento	396 800	665 400	2 623	1 422	58 4	31 5
Costo de producción	3'636 800 3'996 800	10'694 100 11'808 400	24 052 26 433	22 850 25 231	534 6 587 5	507 7 560 6

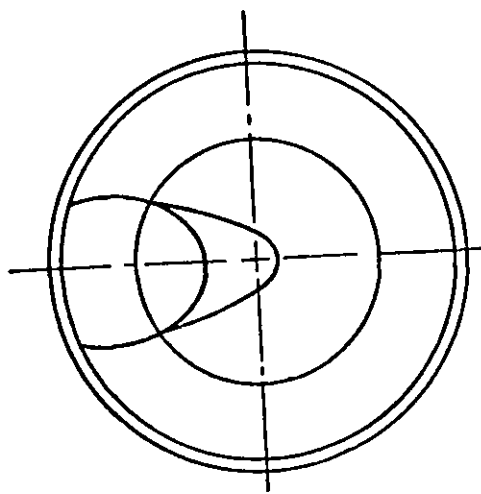
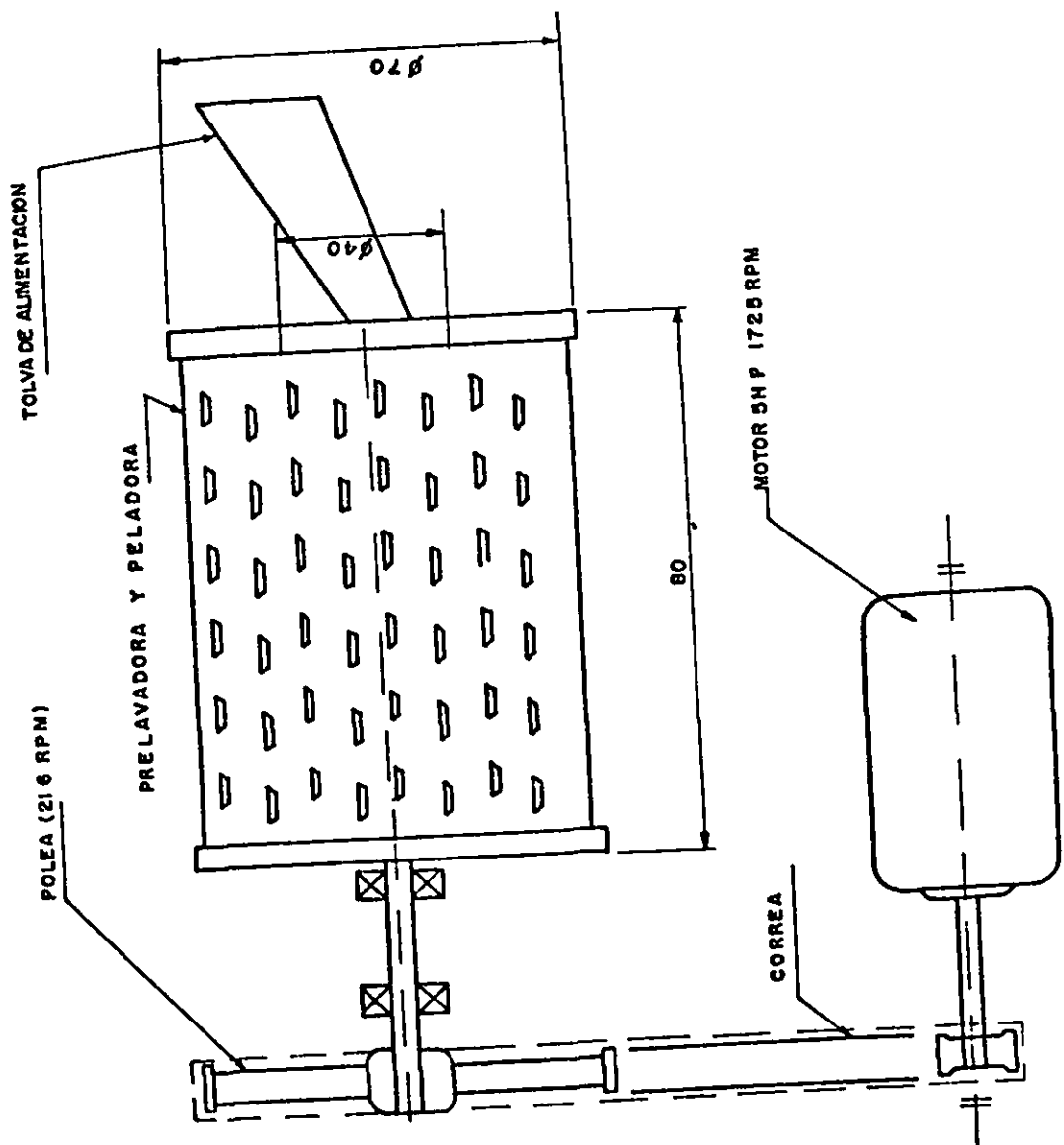
FIGURA 5 5 3/1

RESUMEN COMPARATIVO DEL ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PARA LAS ALTERNATIVAS I Y II

	\$ / AÑO		\$ / TON		DOL / TON	
	I	II	I	II	I	II
Costo de materia prima	3'240 000	10 028 700	21 428	21 429	476 2	476 2
	3'600 000	11'143 000	23 809	23 810	529 1	529 1
Costo de procesamiento	396 800	665 400	2 028	1 422	45 2	31 5
Costo de producción	3'636 800	10'694 100	24 052	22 850	534 6	507 7
	3'996 800	11'808 400	26 433	25 231	587 5	560 6
Costo de transporte	181 440	561 600	1 200	1 200	26 7	26 7
Costo de venta	3'818 240	11'075 700	25 252	24 050	561 2	534 4
	4'178 240	12'190 000	27 633	26 431	614 1	587 3
Precio de venta	5'201 280	16'099 200	34 400	34 400	764 4	764 4
Utilidad del almidón	1'383 040	4'843 500	9 148	10 350	203 2	230 0
	1'023 040	3'729 200	6 767	7 969	150 3	177 1
Ingresos adicionales	368 800	1'141 400	2 439	2 439	54 2	54 2
Utilidad total	1'751 840	5'984 900	11 587	12 788	257 4	284 2
	1'391 840	4'870 600	9 206	10 407	204 5	231 3

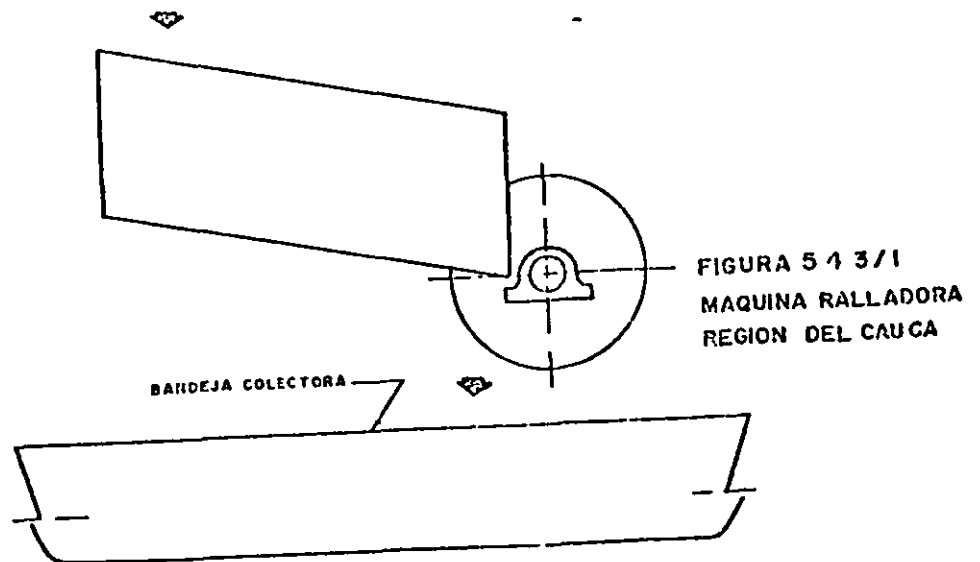
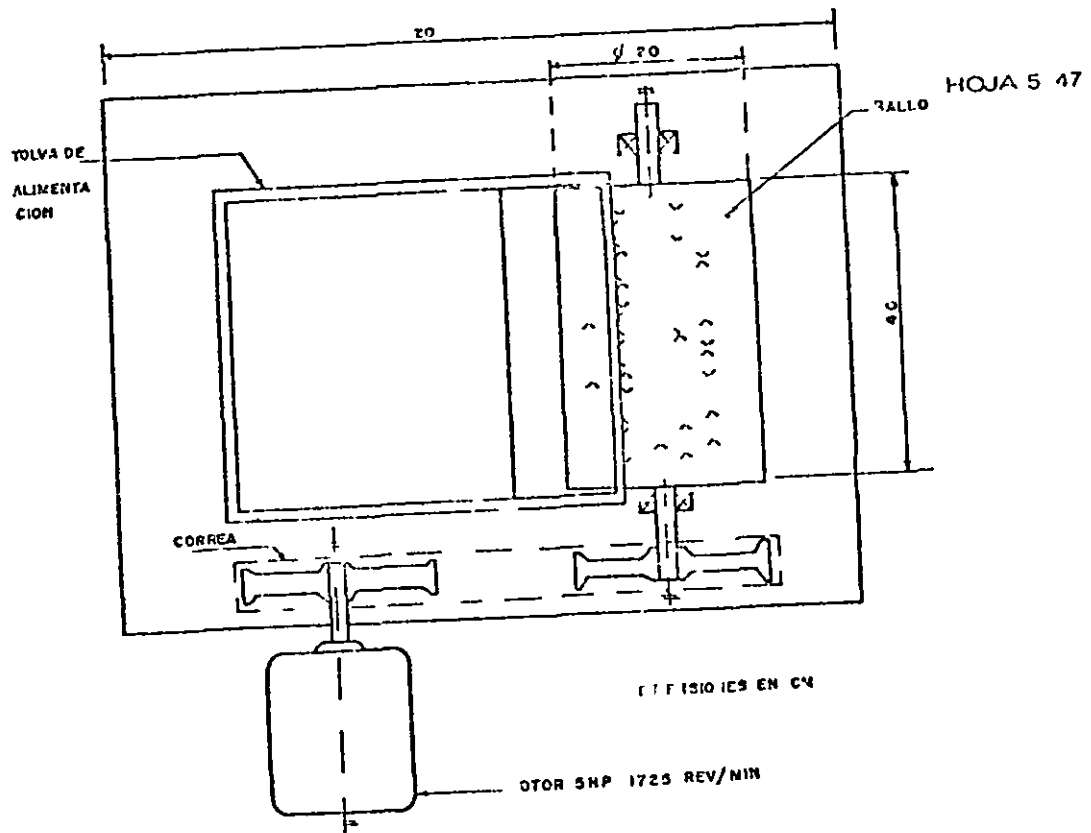
FIGURA 54 / 1
 DIAGRAMA DE FLUJO
 PARA LA OBTENCION DEL
 ALMIDON AGRIO DE YUCA

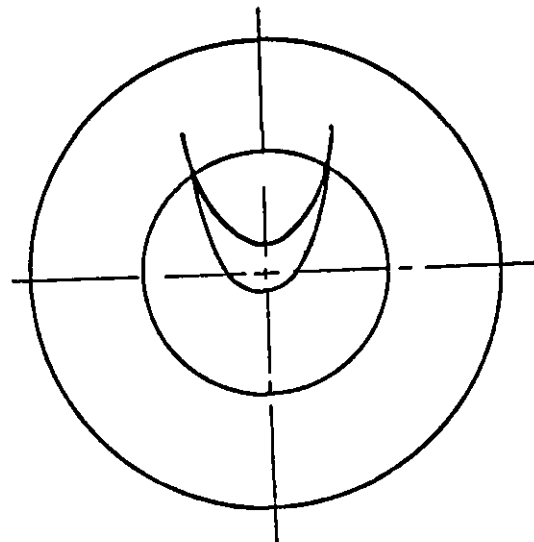
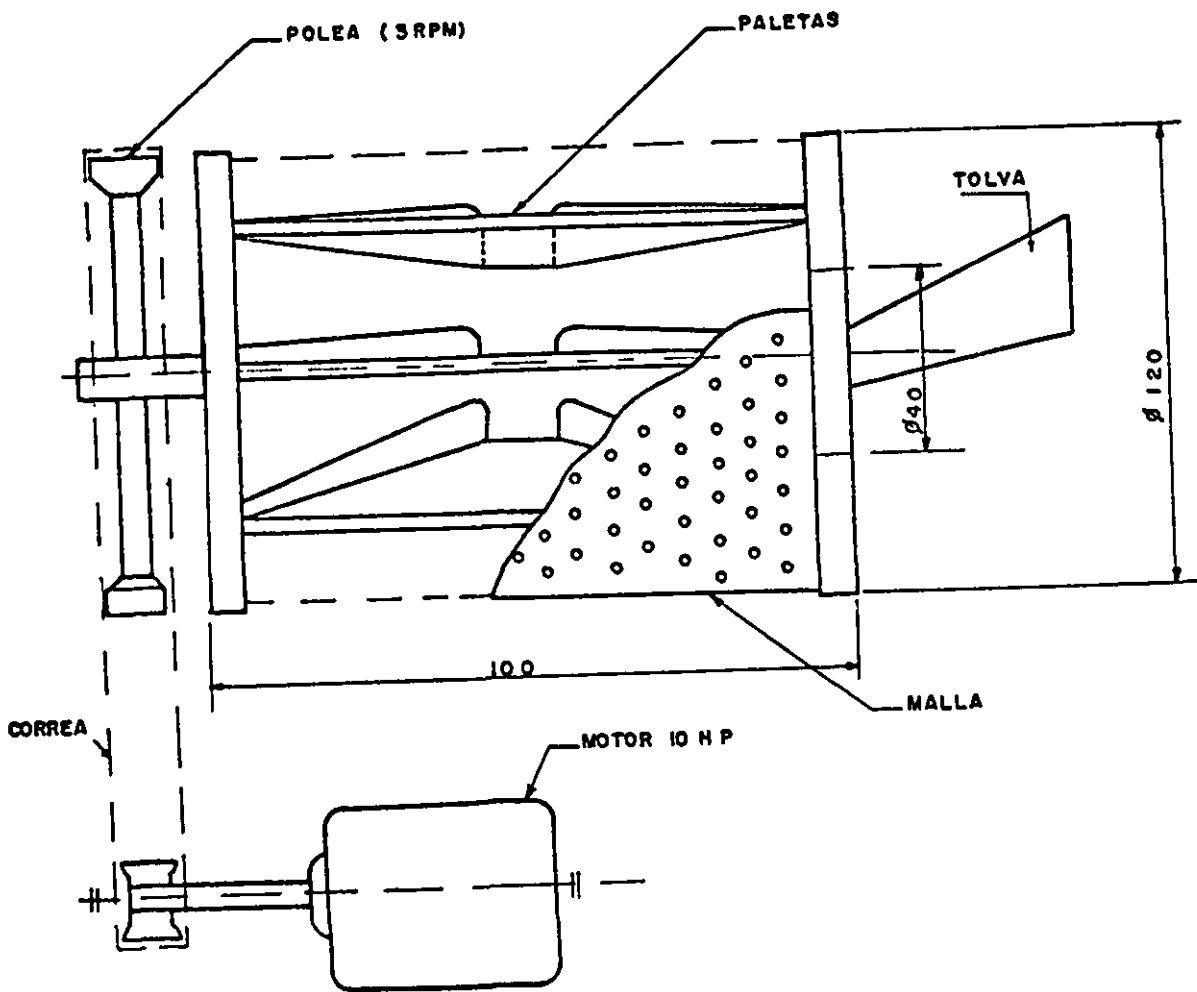




DIMENSIONES EN CM

FIGURA 5 4 2 / 1
ESQUEMA DE LA
MAQUINA PRELAVADORA Y PELADORA
REGION DEL CAUCA





DIMENSIONES EN CM

FIGURA 544/1
 ESQUEMA DE LA
 MAQUINA COLADORA
 REGION DEL CAUCA

6 ALTERNATIVA REGION DE LOS LLANOS ORIENTALES (ACACIAS)

6.1 GENERALIDADES

Se describe y evalúa aquí el proceso de producción de almidón de yuca en la región de Acacías (Meta), estrictamente en el caserío La Concepción.

La industria es de tipo familiar y de propiedad del productor. Se encuentran dos rallanderías de yuca en las que la fabricación es ante todo manual, exceptuando los procesos de rallado y colado.

6.2 MATERIA PRIMA

Se compra toda clase de yuca procedente de los cultivos de la región o la que no se ha podido vender en Bogotá, el costo de las raíces puestas en la rallandería es de \$ 7 00/kg (US\$ 0 155/kg)

La yuca que no se ha vendido en Bogotá y que aún está en buen estado es ocasionalmente llevada a la fábrica por amigos del productor que transportan mercancías a la región.

El productor no cultiva yuca por no incurrir en un gasto adicional, cuando la disponibilidad de las raíces es suficiente para abastecer la capacidad de producción de la fábrica. Además, considera los precios de las raíces en la región bajos y no tiene el conocimiento técnico para emprender el cultivo. El terreno de la rallandería tiene

apenas 4 700 m²

La yuca se compra en la puerta misma de la rallandería sobre la carretera que de Villavicencio conduce a Acacías. Las raíces vienen empacadas en bultos de 8 a 10 arrobas.

De la carretera al sitio mismo de la producción es transportada en carretilla por los miembros de la familia a lo largo de aproximadamente 50 mts.

La raíz es aceptada hasta tres o cuatro días después de recolectada y no se almacena por cuanto se procesa inmediatamente.

6.3 MERCADEREO

Sólo se fabrica almidón amargo (agrio) y se vende en la misma rallandería a un precio de \$ 40 000/ton (US\$ 890 00/ton).

No se produce almidón dulce sino bajo pedido de antemano, ya que el amargo se vende más fácilmente. Este último es utilizado en la industria alimenticia.

6.4 PROCESO TECNOLÓGICO

El flujo de producción tiene los siguientes pasos:

6 4 1 PELADO

- Raíces de todas formas y tamaños son sometidas al proceso de pelado. La operación se realiza manualmente con la ayuda de un cuchillo afilado y el corte se hace en forma helicoidal tratando de que la piel salga en una sola tira. La cáscara, primer subproducto del proceso, es utilizada como abono en los pequeños cultivos existentes en los terrenos de la rallandería. Esta se trata de retirar completamente para evitar que perjudique la calidad del almidón aumentando el contenido de cenizas.

Los operarios perciben una remuneración de \$ 40/bulto de 9 arrobas (\$ 0 39/kg - US\$ 0 009/kg)

Los tubérculos pelados se lavan en un tanque de cemento (2 5 x 1 0 x 0 7 m³) lleno de agua y son agitados manualmente, labor ésta que no requiere la dedicación exclusiva de un trabajador.

6 4 2 RALLADO

El rallo cilíndrico se acciona mediante un motor de 9 HP a una velocidad máxima de 3200 RPM, a través de un sistema de poleas y correas. El cuerpo cilíndrico del rallo consiste en un bloque de madera de 0 25 m de diámetro y 0 60 m de longitud. Alrededor del bloque se enrolla una lámina metálica a la cual se le han practicado de antemano unos agujeros con bordes cortantes hacia el exterior.

La alimentación es continua y las raíces son presionadas por su propio paso contra el rallo después de ser introducidas por una tolva de madera, situada en la parte superior de la máquina

La acción de rallado desprende los gránulos de almidón que quedan en el amasijo resultante que cae sobre un platón y luego es llevado al colador

El operario de la máquina pertenece a la familia y también controla la operación de colado

6 4 3 COLADO

Es de tipo mecánico y consiste en una coladora cilíndrica rotatoria en la cual se introduce agua por el eje central a razón de $2.5 \text{ in}^3/\text{s}$ ($2.46 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}$)

El colador es accionado por el motor en la forma mencionada (mediante poleas y correas) y tiene 1 m de diámetro y 0.75 m de longitud

La superficie lateral del cilindro tiene aberturas de 1 cm de diámetro. Los gránulos del almidón son más densos que el agua y ésta los arrastra hasta que salen por los orificios mencionados, y caen sobre un pequeño tanque baldosinado, debajo del colador. La periferia del tambor giratorio está cubierta con una malla o un lienzo

que permite pasar sólo el almidón que es arrastrado por el agua. El colador tiene una capacidad de 70 kg de masa rallada y ésta se alimenta por una tolva en un extremo del cilindro (en el otro tiene polea). La pulpa se deja hasta que el agua se esclareace y en este momento se saca el afrecho, segundo subproducto, que se vende para alimento animal. El tiempo de la operación es de 8 minutos por cosecha de 70 kg.

6 4 4 SEDIMENTACION O DECANTADO

La lechada procedente del colado, que contiene almidón y agua, fluye por gravedad a través de una manguera a uno de los cinco tanques de sedimentación. Dichos tanques tienen unas dimensiones de 4 m x 2 m x 1 m y son de cemento recubierto en baldosín, para no dañar la calidad y evitar que el almidón en proceso de fermentación los deteriore.

El proceso toma de 6 a 8 horas al cabo de las cuales el almidón queda en el fondo, luego sigue una capa de mancha y encima el "claro" que no es más que agua ya transparente, algo fermentada.

El claro se bota abriendo unos tapones que tienen los tanques en una de sus paredes y se procede a separar la mancha del almidón.

El almidón en esta fase está lo suficientemente duro para soportar un chorro de una manguera sin resquebrajarse. Se puede dejar en

el mismo tanque o pasar a otro para iniciar el proceso de fermentación

Después de la sedimentación se tiene almidón dulce húmedo La mancha se utiliza para cubrir el almidón en el proceso de fermentación o se vende para alimentación de cerdos a razón de \$ 3 /kg (US\$ 0 067/kg)

6 4 5 FERMENTACION

Se deposita el almidón en un tanque y después de remover el agua en exceso con un trapo, se cubre con papel periódico y encima de éste se echa una capa de mancha de más o menos 20 cm de espesor para protegerlo de impurezas que puedan caer

La fermentación se hace al natural y representa el cuello de botella en el proceso de producción, porque según el tipo de yuca procesada y del clima el proceso tarda de tres a cuatro meses

La capacidad de los tanques es de aproximadamente 9 ton de almidón

El proceso no tiene un control de calidad tal como verificar el PH del almidón

Durante este proceso se desprende una muy pequeña cantidad de agua y después se tiene almidón amargo que se caracteriza por formar un gránulo duro cuando se mete en la boca

El operario determina si el almidón está fermentado por medio del olor y del sabor

Se considera que la demora en la fermentación se debe a que el volumen es muy grande

6 4 6 SECADO

Una vez fermentado el almidón, se le separa manualmente la capa de mancha que lo cubre y luego de tritularlo en terrones de máximo 0 5 cm de diámetro, se esparce sobre unas bandejas de madera de 2 0 x 0 5 cm, que pueden ser fácilmente recogidas en caso de mal tiempo

El espesor de las capas en las bandejas depende del clima y puede llegar a ser de 3 cm en el verano y hasta 2 cm en el invierno

La capacidad de todas las bandejas es de 40 arrobas en verano y 27 arrobas durante el invierno

La duración del secado es por lo general de un día aunque en invierno tarda incluso hasta 3 días

El operario juzga al tacto si el almidón ya está seco, si el almidón se pulveriza entre los dedos se dice que ya terminó el proceso, por ello la calidad del almidón y su contenido de humedad son variables

Cuando hay mal tiempo se forman varios grupos de bandejas ponien-

do unas sobre otras, después se cubren con plástico y encima de éste se amarra con cabuyas una lámina de zinc para evitar que el agua penetre

6 4 7 PREPARACION Y EMPAQUE

Después de estar seco el almidón se vacían las bandejas sobre una teja plástica que es lo suficientemente flexible como para que haga el papel de embudo cuando se va a empacar el almidón en bolsas con capacidad de una arroba. El peso de las bolsas es de 3/4 lbs que resulta despreciable para efectos de descuentos en las ventas. El almidón está pulverizado y tiene unos gránulos de 2 mm de diámetro máximo.

6 4 8 SUBPRODUCTOS

Como lo habíamos mencionado anteriormente los subproductos del proceso son

6 4 8 1 CASCARAS

Son utilizadas como abono natural en los patios de la finca que han sido aprovechados para cultivos domésticos.

6 4 8 2 AFRECHO

Es obtenido en el tamizado y se vende para alimento de cerdos El precio de venta es de aproximadamente \$ 0 5/kg

6 4 8.3 MANCHA

Se obtiene de la sedimentación y se vende ocasionalmente para alimentar cerdos a \$ 3/kg Normalmente se utiliza para alimentar los animales que hay en la rallandería y para cubrir el almidón durante la fermentación

6 4 8 4 CLARO

Este es un desecho Se desprecia porque por estar fermentado no tiene utilización

6 4 9 OBSERVACIONES

El proceso descrito anteriormente se caracteriza por utilizar eficientemente la mano de obra y por tener disponibilidad de raíces El único personal que recibe remuneración es el que trabaja en la operación de pelado Además se cuenta con dos trabajadores pertenecientes a la familia que se alternan en las otras operaciones

El cuello de botella en el proceso se presenta en la fermentación Además de la calidad de las raíces y del clima, también influye que

el volumen de fermentación es grande. Esta etapa es susceptible de mejoras si se utilizan pequeños volúmenes de fermentación que posiblemente tarden menos en completar el proceso, cuando se halla desarrollado, los pequeños volúmenes pueden ser inoculados en el tanque para acelerar la fermentación.

6.5 EVALUACION ECONOMICA

Región de Acacías - Casería La Concepción

Se procede a evaluar la inversión correspondiente a la fabricación de almidón agrio a partir de yuca, tal como se realiza en Acacías (Meta), con tecnología característica de la región de pie de monte en los Llanos Orientales.

En este caso las variables fijas son la tasa de extracción del almidón (23%) y el rendimiento del afrecho (45%), las variables independientes son el suministro anual de raíces (218 ton) y los días de trabajo por año (120). Se toman como variables dependientes la producción anual de almidón (50 ton) y de afrecho (98 ton).

6 5 1 CARACTERISTICAS DE PROCESAMIENTO

Días de trabajo por año

$$15 \text{ días/mes} \times 8 \text{ meses} = 120 \text{ días}$$

Producción anual de almidón

$$0 \ 417 \text{ ton/día} \times 120 \text{ días} = 50 \text{ ton}$$

Tasa de extracción de almidón

$$23 \text{ ton almidón}/100 \text{ ton raíces} = 23\%$$

Suministro anual de raíces

$$50 \text{ ton almidón}/0 \ 23 = 218 \text{ ton}$$

Rendimiento del afrecho

$$98 \text{ ton afrecho}/218 \text{ ton raíces} = 45\%$$

Producción anual de afrecho

98 toneladas

Consumo anual de gasolina

$$0 \ 286 \text{ gal/hora} \times 3 \text{ horas/días} \times 120 \text{ días/año} = 103 \text{ galones}$$

Consumo de agua

$$2 \ 5 \text{ in}^3/\text{seg} \times (0 \ 0254)^3 \text{ m}^3/\text{in}^3 \times 3 \ 600 \text{ seg/hora} \times 3 \text{ horas/día} =$$

$$0 \ 45 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$0 \ 45 \text{ m}^3/\text{día}/0 \ 417 \text{ ton almidón} = 1,08 \text{ m}^3 \text{ agua/ton almidón}$$

Fuente de agua

Acueducto propio

6 5 2 DETERMINACION DE LA INVERSION PARA EL PROCESAMIENTO DE LA YUCA

6 5 2 1 INVERSION EN EDIFICIOS, TERRENOS E INSTALACIONES

Terreno 4 700 m ²	\$	50 000
Acueducto	\$	62 000
Tanques de sedimentación y fermentación (5)	\$	80 000
Estructura y techado	\$	<u>30 000</u>
Total	\$	222 000

6 5 2 2 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL EN EDIFICIOS E INSTALACIONES

(Acueducto, tanques y estructura, a 20 años sin valor de salvamento)

\$ 8 600

6 5 2 3 ARRENDAMIENTO ANUAL EQUIVALENTE

(Se calcula como una serie infinita de pagos anuales, con una tasa de oportunidad del 30%, equivalentes a \$ 50 000 del valor del lote)

Arrendamiento anual equivalente \$ 15 000

6 5 2 4 INVERSION EN EQUIPO

1 Rallador	\$	18 000
1 motor de 9 HP, a gasolina	\$	34 000
1 tanque de lavado	\$	3 000
1 colador	\$	42 000
Bandejas de secado	\$	<u>35 000</u>
Total	\$	132 000

6 5 2 5 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL EN EQUIPOS

(a 10 años, sin valor de salvamento) \$ 13 200

6 5 3 COSTO ANUAL DE MATERIA PRIMA

218 ton, a \$ 7 000/ton \$ 1'526 000

6 5 4 DETERMINACION DEL COSTO ANUAL DE PROCESAMIENTO

6 5 4 1 COSTOS ANUALES DE MANO DE OBRA

Costo pelado (\$ 0 39/kg x 218 000 kg) \$ 85 020

6 5 4 2 GASTOS ANUALES DE FUNCIONAMIENTO

Gasolina
(103 galones, a \$ 26/gal) \$ 2 678

Empaques \$ 7 000

Mantenimiento \$ 10 000

Total \$ 19 678

6 5 4 3 CALCULO DEL COSTO ANUAL DE PROCESAMIENTO

Se obtiene sumando los siguientes renglones

Depreciación anual en edificios e instalaciones	\$	8 600
Arrendamiento anual equivalente	\$	15 000
Depreciación anual equipos	\$	13 200
Costo anual mano de obra	\$	<u>85 020</u>
Total anual del costo de procesamiento	\$	141 498

6 5 5 COSTO DE TRANSPORTE

No se incurre en este costo, ya que la producción se vende en la fábrica misma

6 5 6 DETERMINACION DEL COSTO TOTAL ANUAL DE PRODUCCION

Se obtiene sumando los siguientes renglones

Costo anual de materia prima	\$	1'526 000
Costo anual de procesamiento	\$	<u>141 498</u>
Costo de producción	\$	1'667 498

6 5 7 DETERMINACION DEL COSTO DE VENTA

Como no se incurre en costo de transporte, el costo de venta es igual al costo de producción

Costo de venta	\$	1'667 498
----------------	----	-----------

6 5 8 DETERMINACION DE LA UTILIDAD ANUAL TOTAL

6 5 8 1 INGRESO ANUAL POR VENTA DE ALMIDON

50 ton almidón a \$ 40 000/ton	\$	2'000 000
--------------------------------	----	-----------

6 5 8 2 UTILIDAD EN VENTA DE ALMIDON

Ingreso anual por venta de almidón	\$	2'000 000
------------------------------------	----	-----------

(-) Costo de venta	\$	<u>1'667 498</u>
--------------------	----	------------------

Utilidad en venta de almidón	\$	332 502
------------------------------	----	---------

6 5 8 3 INGRESO ANUAL ADICIONAL

98 ton afrecho a \$ 500/ton	\$	49 000
-----------------------------	----	--------

6 5 8 4 UTILIDAD ANUAL TOTAL

Se obtiene sumando los siguientes renglones

Utilidad en venta de almidón	\$	332 502
------------------------------	----	---------

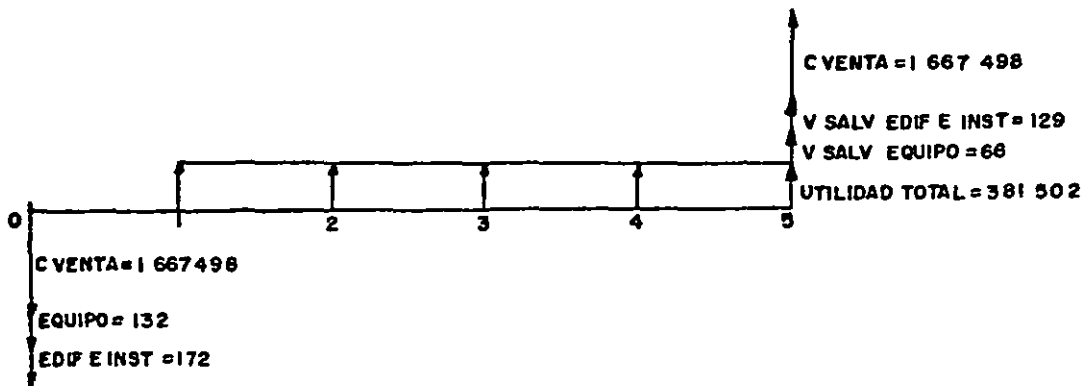
Ingreso anual adicional	\$	<u>49 000</u>
-------------------------	----	---------------

Utilidad anual total	\$	381 502
----------------------	----	---------

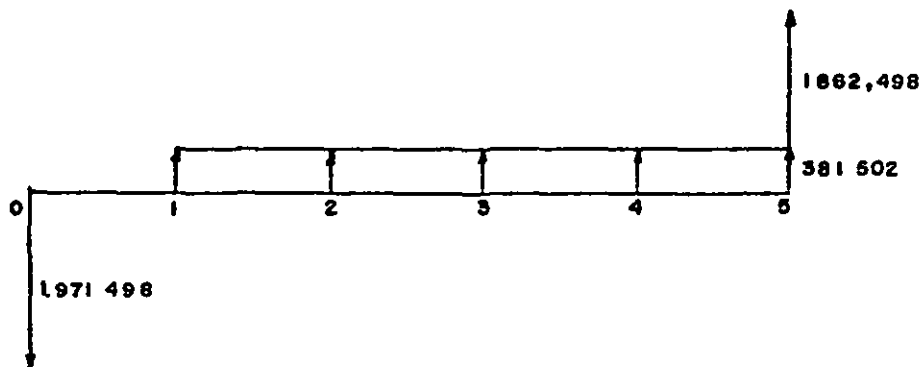
6 5 9 TASA INTERNA DE RETORNO(ANUAL)

Se evalúa la inversión a 5 años, teniendo en cuenta el valor de salvamento cuando los activos no se hayan depreciado totalmente, colocando los gastos al inicio de los períodos y los ingresos al final de los mismos

El diagrama equivalente que representa esta inversión es (\$x1000)



Este diagrama se reduce a



La tasa interna de retorno i se obtiene de la siguiente ecuación

$$1\ 971\ 498 = 1\ 862\ 498 \left[\frac{1}{(1+i)^5} \right] + 381\ 502 \left[\frac{(1+i)^5 - 1}{1(1+i)^5} \right]$$

$$i = 0\ 18,6 = 18\ 6\% \text{ (anual)}$$

6 5 10 RESUMEN DEL COSTO DE PRODUCCION

Costos anuales en \$, también en \$ por tonelada de almidón producida anualmente, y cólares por tonelada de almidón producida anualmente (1 dólar = \$ 45)

PRODUCCION ANUAL DE ALMIDON 50toneladas

	\$/AÑO	\$/TON	DOL/TON
Costo materia prima	1'526 000	30 520	678 2
Depreciac edific e instal	8 600	172	3 8
Arrend anual equivalente	15 000	300	6 7
Depreciación equipos	13 200	264	5 9
Mano de obra	85 020	1 700	37 8
Funcionamiento	19 678	394	8 7
Costo de procesamiento	141 498	2 830	62 9
Costo de producción	1'667 498	33 350	741 1

6 5 11 RESUMEN DE ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

Costo de materia prima	1'526 000	30 520	678 2
Costo de procesamiento	141 498	2 830	62 9
Costo de producción	1'667 498	33 350	741 1
Costo de transporte	0	0	0
Costo de venta	1'667 498	33 350	741 1
Precio de venta	2'000 000	40 000	888 9
Utilidad venta de almidón	332 502	6 650	147 8
Ingreso adicional	49 000	980	21 8
Utilidad total	381 502	7 630	169 6

4

6 6 CONCLUSIONES

La rallandería está bien organizada de tal forma que las máquinas están colocadas para minimizar el tiempo que requiere el transporte

Las ventajas de localización en la región son

- Personal capacitado para ejercer las labores
- Bajo costo de la mano de obra
- Facilidad de consecución del agua

La rallandería no está siendo utilizada a plena capacidad por la lentitud en el proceso de fermentación que no permite en ocasiones procesar más raíces, dado que los tanques de sedimentación están ocupados

La calidad del almidón es variable porque debido a las siguientes circunstancias

- Algunas raíces llevan hasta cuatro días de extraídas
- No existe control de calidad en ninguno de los procesos No se verifica el PH después del proceso de fermentación
- Se revisa al tacto el secado del almidón

Es posible subdividir uno de los tanques en cuatro partes o en ocho para dedicarlo exclusivamente a la fermentación De esta manera, los volúmenes se reducirían y se aceleraría el proceso

Dado que la región tiene una buena productividad en el cultivo de la yuca (8 ton/ha), sería conveniente emprender el cultivo de raíces para obtener a un costo más bajo y una calidad más uniforme de la materia prima, que resulta ser lo más significativo en el análisis de los costos

A pesar de que el precio de venta del almidón es bastante alto, comparado con el de la región del Cauca, el precio de la tonelada de yuca fresca (\$ 7 000/ton) no permite que la inversión produzca una rentabilidad satisfactoria

Es factible suponer que en la realidad el precio de la materia prima sea mas bajo y como consecuencia el proyecto más rentable

7 PROPUESTA DE INTRODUCCION DE LA RALLADORA Y COLADORA DE PEDALES

7 1 OBJETIVO

Se propone analizar las posibilidades de integrar la ralladora y coladora de pedales, a la producción de almidón a nivel de pequeña empresa familiar en el sector rural colombiano

El estudio de las posibilidades tendrá como base el análisis sobre aspectos técnicos y económicos

7 2 RALLADORA Y COLADORA DE PEDALES

Teniendo en cuenta la dificultad de rallado de la raíz y la limitación en cuanto a energía eléctrica y otras formas de energía aprovechables, se han desarrollado máquinas capaces de procesar la yuca en cantidades apreciables, utilizando la energía humana por medio de un sistema de pedales

Para la descripción de estas máquinas en el presente trabajo se remite a los informes de sus proponentes /2/ y /4/

7 2 1 MAQUINA RALLADORA

7 2 1 1 DESCRIPCION

La máquina ralladora consiste en una estructura de tubos sobre la cual se asienta un disco de madera provisto de cuchillas de seguetta que efectúan 7 millones de pequeños cortes por minuto. Este disco es impulsado por un conjunto de cadena y pedales de bicicleta mientras que la raíz es introducida por la tolva. La pasta obtenida es lanzada por acción de la fuerza centrífuga hacia una caja recolectora situada en la parte inferior de la máquina. Para un funcionamiento eficiente se requiere el concurso de dos personas una accionando el mecanismo de impulso, y otra alimentando la tolva.

7 2 1 2 MATERIALES UTILIZADOS Y COSTOS

Se adjuntan los planos tomados de la referencia /2/

12 mts de tubo galvanizado de 1"	\$	1 820
1 mt de tubo conduit de 3/4"	\$	65
1,8 mts de ángulo de acero de 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	\$	135
1 lámina de madera triplex de 6 mm	\$	425
1 lámina de acero galvanizado calibre 22	\$	360
80 cm de ángulo de acero de 3/4" x 3/4" x 1/8"	\$	70

20 cm de platina de acero de 1 1/2" x 1/8" \$	15
1 lámina de madera triplex de 12 mm	\$ 565
12 cuchillas de segueta de 20 dientes por pulgada	\$ 420
1 juego de pedales con plato de 7 1/2"	\$ 270
1 ring 26" de bicicleta con piñón de 3"	\$ 220
1 9 mts de cadena de bicicleta	\$ 130
1 soporte para pedales	\$ 80
44 cm de tubo P V C de 4 pulgadas	\$ 195
1 lb de soldadura	\$ 20
Tornillos surtidos 2 1/2" x 1/4", 1 1/2" x 1/4"	\$ 100
Tornillos para madera	<u>\$ 100</u>
Total	\$ 4 950

7 2 1 3 ASPECTOS TECNICOS DE LA RALLADORA

- En cuanto a capacidad se refiere, se encontró que una muestra de 1 kg se ralló completamente en 30 segundos, lo cual permite estimar que la capacidad real es de 120 kg por hora. Utilizándola en una jornada normal de 8 horas, podrían procesarse un total de 960 kg por jornada.
- Las pérdidas, ésto es, el material grueso que resulta después del rallado, se contabilizó entre 4 y 5%

- El efecto rallador de la máquina, éste es, el porcentaje de almidón liberado, respecto del total de la fécula en la yuca, resultó ser de 84.3%
- La producción de almidón alcanza niveles superiores a los de las máquinas tradicionales
- El tipo de cuchillas garantiza una duración ilimitada de las mismas
- La utilización de elementos de bicicleta permite que las reparaciones que se puedan presentar, sean efectuadas por personal no calificado

7 2 2 MAQUINA COLADORA

7 2 2 1 DESCRIPCION

Consiste en una estructura de madera en forma tronco-cónica dentro de la cual se introduce la ralladura y un flujo de agua. Está cubierta con un tamíz y posee una cremallera para el suministro de material. Se impulsa por un sistema de pedales y cadena que le proporcionan un movimiento de rotación al tambor.

Los diseños /4/ y la descripción de sus partes y despiece se adjuntan al presente trabajo

Sin embargo, a dicho diseño, se le han realizado modificaciones //, resumidas así

- En vez del tambor de forma tronco-cónica, se debe utilizar un cilindro, pues deja menos desperdicios, sin depender del material que lo recubra, así que la simetría radial y longitudinal permita una distribución más uniforme de la ralladura y el flujo de agua
- El material que se debe utilizar para revestimiento es una malla de bronce fosforado
- La estructura del tambor en triplex debe ser cambiada por lámina de duraluminio para una mayor duración evitándose el uso de cordón para dar consistencia a las paredes de la tamizadora
- El eje por donde fluye el agua a través de agujeros, permanecerá fijo, suprimiéndose el tubo galvanizado que sirve de recubrimiento al anterior
- La carga y descarga entonces tendrá que ser manual por la imposibilidad que se presenta con la malla metálica y por tanto deben realizarse unas compuertas de bisagra con ganchos de cierre en las tapas de duraluminio para permitir estas funciones

7 2 2 2 COSTOS DE LA COLADORA

De acuerdo a la referencia /7/ se tiene

Piezas E (ver planos)	\$ 610
Piezas T 15 m ² de duraluminio de 4 mm de espesor	\$ 2 500
- Rodamientos y chumacera SKF	\$ 1 000
- 5 m ² de malla para recubrimiento 8 veces el tambor (para cambiar)	\$ 800
- Tornillos cromados	\$ 30
Piezas T-R	<u>\$ 580</u>
	\$ 5 520

7 2 2 3 ASPECTOS TECNICOS DE LA COLADORA

- En cuanto a la capacidad, depende fundamentalmente de la calidad del rallado, pero se ha estimado que se pueden procesar aproximadamente 80 Kg de ralladura por colada
- Dado que un aspecto primordial de esta máquina, es el agitación proporcionado por ella para hacer efectiva la acción de colada, se ha determinado un parámetro constante K, que se define como

$$K = \frac{Aa \bar{V}_a}{V_r}$$

donde Aa = área de agitación (cm^2), que es el área que forma la ralladora en un plano perpendicular a la dirección de la velocidad de las partículas, en la cual se tiene la mayor velocidad promedio de las partículas que la forman

Va = velocidad promedio de las partículas en el área de agitación (cm/seg)

Vr = volumen total de ralladura en el recipiente en el cual se está realizando el colado (cm^3)

el cual resultó ser de 0.34 fracción/segundo, valor muy alto comparado con el obtenido por las coladoras tradicionales que resultó ser de 0.135 fracción/segundo

- En relación con la eficiencia de la máquina, se determinó por pruebas que, con 60 kgs de ralladura de yuca se obtuvieron 14 kgs de almidón
- La cantidad de agua es el parámetro más importante en cuanto al tiempo de duración del colado, ya que a mayor cantidad de agua se separa mayor cantidad de almidón, lo que implica un mayor tiempo de duración del proceso, esto se debe a que entre más agua se emplee se realiza el bañado de la ralladura más rápidamente. En cuanto a la descarga, la cantidad de agua y la velocidad de giro de la coladora influyen en el tiempo de duración

de esta operación, ya que a mayor cantidad de agua y mayor velocidad, el tiempo de descarga es menor

- La calidad de almidón obtenido depende de la rapidez con que se realice el proceso de extracción, por lo tanto se debe procurar efectuar el proceso lo más rápidamente posible

Finalmente es importante hacer énfasis en que para mayor duración de la coladora y en general de todos los aparatos que intervienen en la producción de almidón, las partes metálicas deben protegerse contra corrosión porque la yuca contiene sustancias altamente corrosivas, y las partes de madera deben protegerse contra el agua, debido a que la madera en contacto continuo con ésta se tuerce, daña, etc

7 3 EVALUACION DE ALTERNATIVAS

En términos generales las alternativas son

- Seguir produciendo almidón por el método tradicional
- Introducir las innovaciones antes mencionadas dentro del proceso del almidón de yuca

7 3 1 ASPECTO TECNICO

- El método tradicional representa ciertamente una técnica muy rudimentaria, lo cual no permite la optimización ni buena calidad del producto final Sin embargo, se han incorporado acce-

sorios tales como el motor a gasolina y ralladoras con esqui-
las que si bien son de fácil manejo, su mantenimiento necesi-
ta personal calificado y consumo de energía lo cual general pro-
blemas a los pequeños productores campesinos

Por otro lado, las máquinas y herramientas utilizadas no con-
forman un conjunto compacto y contínuo, lo cual redundo en una
pérdida de eficiencia, sub-utilización de las instalaciones, lar-
gas jornadas de trabajo agotador, etc

- Las innovaciones propuestas, por el contrario son fruto de una
tecnología apropiada brindando mayor eficiencia, procesos con-
tínuos, comodidad y seguridad para el operario, fácil mante-
nimiento, no consumo de energía, rapidez en las operaciones y
la posibilidad de integrar de una manera más eficiente el rol de
actividades

Además, ellas, aprovechan ciertos principios físicos tales como
la generación de fuerza centrífuga (que por el método tradicional
no se puede producir) y conceptos altamente técnicos como la
simetría longitudinal y transversal atrás mencionada, igualmen-
te incorporan al sistema facilidades de transmisión como es el
de piñones y cadenas que permiten con menor esfuerzo físico
una mayor eficiencia (rotación), lo cual de hecho implica una
mayor velocidad de los procesos

De acuerdo a las anteriores consideraciones, se presenta un cuadro sinóptico del análisis en términos cualitativos

TECNICA	METODO TRADICIONAL		SISTEMA DE PEDALES	
	RALLADORA	COLADORA	RALLADORA	COLADORA
Aprovechamiento de principios físicos	muy bajo	muy bajo	muy alto	muy alto
Mano de obra calificada	si	no	no	no
Uso de energía externa	si	no	no	no
procesos industriales	si	no	si	si
Seguridad de los operarios	muy baja	-	alta	-
Efecto rallador	muy bajo	-	muy alto	-
Pureza del producto	pobre	regular	muy buena	buena
Distribución de agua	-	regular	-	muy buena

7 3 2 ASPECTO ECONOMICO

En el presente aparte se realiza una evaluación económica de los costos de producción por unidad de las alternativas ya definidas. Para ello se obtendrá, el llamado punto de equilibrio en la producción, éste es, aquella cantidad de producto procesado debajo de la cual la industria dará pérdidas.

Este punto se define como

$$\underline{P E} = \frac{\text{Costos fijos}}{1 - \frac{\text{Costos variables}}{\text{Ventas}}}$$

Para este análisis se hacen las siguientes suposiciones

- El pequeño productor posee el terreno de sembrado y localización de la planta Por lo tanto no paga arrendamiento
- Las construcciones necesarias para la producción tales como tanques, cobert zos, superficie de secado, etc se consideran las mismas para los dos métodos
- Existe disponibilidad de agua apropiada para el proceso
- Hay déficit de almidón en el mercado
- El accesorio del tamíz en ambos casos es un liencillo
- Para obtener unidades comparativas, la producción en ambas posibilidades será de media tonelada diaria de materia prima la cual se cotizó en la zona a \$ 3 000, (\$ 6 000 por tonelada)

7 3 2 1 ANALISIS DE COSTOS PARA EL SISTEMA TRADICIONAL

7 3 2 1 1 COSTOS FIJOS DIARIOS

Construcciones (\$ 79 100), el 90% se deprecia a 20 años	\$	9 75
Instalaciones Motor de gasolina de 3 H P y coladora (\$ 24 300), el 100% se deprecia en 10 años	\$	<u>6 66</u>
SUBTOTAL	\$	15 31

Datos actualizados de la referencia /6/

7 3 2 1 2 COSTOS VARIABLES DIARIOS

Jornal de 1 rallador	\$	150
Jornal de 2 peladores (salario rural (\$ 105)	\$	210
Jornal de 1 secador	\$	105
Jornal de 1 colador	\$	105
Materia prima 1/2 ton de yuca	\$	3 000
Gastos administrativos	\$	170
Gastos de agua (8 15 m ³)	\$	41
Gastos de gasolina (10 5 lts/diarios)	\$	<u>100</u>
SUBTOTAL	\$	3 881

7 3 2 1 3 PUNTO DE EQUILIBRIO

$$P E = \frac{15\ 31}{1 - \frac{3\ 881}{5\ 000}} = \$ 67\ 21$$

que corresponderían a una producción de 1 34 kg/día, dado que 100 kgs de almidón se venden a \$ 5 000

7 3 2 2 ANALISIS DE COSTOS PARA EL SISTEMA PROPUESTO

7 3 2 2 1 COSTOS FIJOS DIARIOS

Valor construcciones (\$79 000) el 90% se deprecia a 20 años	\$	9 75
Instalaciones ralladora, coladora (\$ 10 470) el 100% se deprecia a los 10 años	\$	<u>2 87</u>
SUBTOTAL	\$	12 62

7 3 2 2 2 COSTOS VARIABLES DIARIOS

Jornal de 6 operarios 2 peladores, 1 secador, 2 ralladores y 1 cola- dor, (salario rural \$ 105)	\$	630
Materia prima	\$	3 000
Gastos administrativos	\$	170
Gastos de agua (12 50 m ³)	\$	<u>62 50</u>
SUBTOTAL	\$	3 862 50

7 3 2 2 3 PUNTO DE EQUILIBRIO

$$P E = \frac{12\ 62}{1 - \frac{3\ 862}{5\ 000}} = \$ 55\ 45$$

lo cual corresponde a una producción de 1 11 kgs/día

7 4 ANALISIS

- Los resultados antes presentados muestran que las máquinas de pedal tienen un punto de equilibrio más bajo. Lo cual es ventajoso, dado que estas ralladoras pequeñas funcionan intermitentemente.
- La capacidad de carga de la máquina propuesta es superior a la del punto de equilibrio, ya que es 900 kg por jornada de trabajo.
- La diferencia en costos entre los dos sistemas es muy pequeña y a favor de las innovaciones. Representa una herramienta para los nuevos productores, ya que para quienes poseen la infraestructura la ventaja económica no es apreciable.
- Hay que observar que es difícil hacer un análisis de inversión para un sistema "intermitente" como es en realidad el presente proceso, ya que depende del suministro de materia prima.
- Las máquinas de pedal significan menor consumo de energía, necesitan poco mantenimiento, son tan baratas como en el método

tradicional, brindan la oportunidad de procesar grandes cantidades de materia prima a una gran velocidad, disminuyen el tiempo de producción

7 5 REFERENCIAS

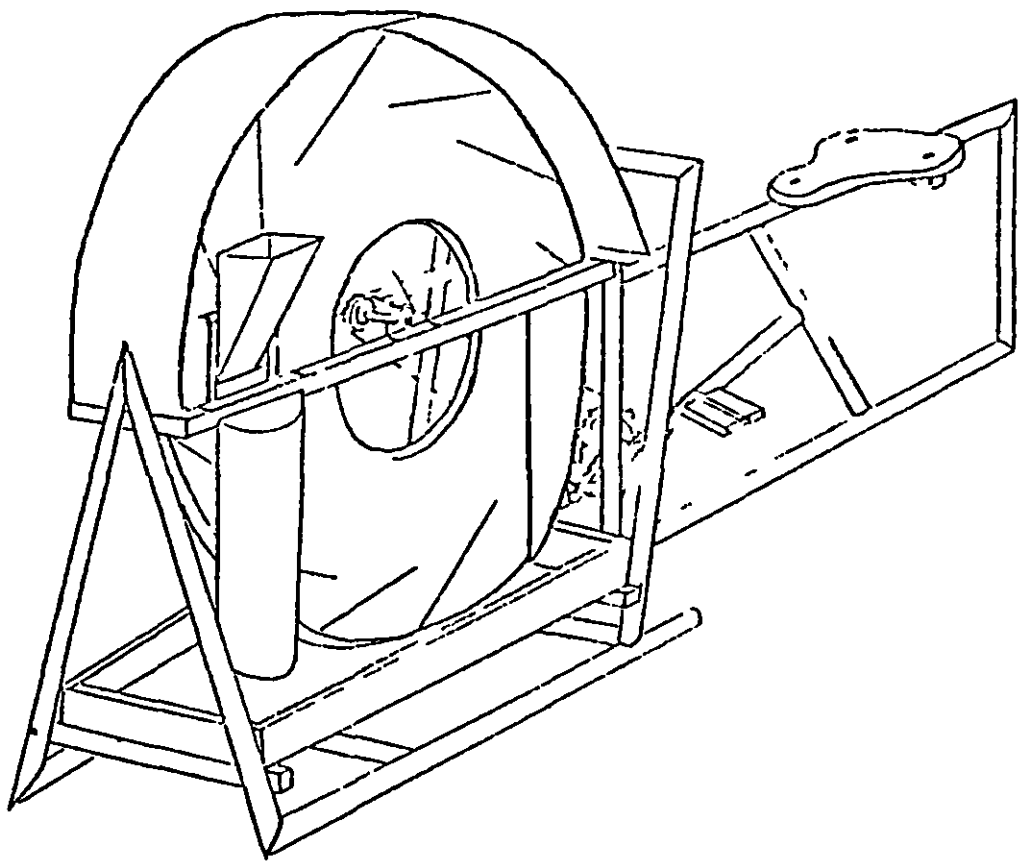
- /1/ Arango, J "Geografía física y económica de Colombia"
Cultural Colombiana Bogotá, 1964
- /2/ Castilla, J "Alternativa para la producción de harina de
yuca en pequeña escala" Proyecto de grado, 1975
- /3/ Mesa, M "Alternativas para la producción de yuca" Pro-
yecto de grado, Uniandes, 1978
- /4/ Palacios, J "Diseño y construcción de planta experimen-
tal para el procesamiento de ralladora de yuca" Proyec-
to de grado, Uniandes, 1978
- /5/ Salazar de Buckle, T , Zapata, E , Cárdenas, S y Cabra
E "Producción a pequeña escala de almidón dulce y agrio
en Colombia" Instituto de Investigaciones Tecnológicas,
Bogotá
- /6/ Serrano, L F "Consideraciones para el montaje y diseño
de operación de una rallandería a nivel de pequeño produc-
tor" Proyecto de grado, Uniandes, 1975

- /7/ Tangarife, E "Análisis y desarrollo de una alternativa para la producción de almidón de yuca a nivel de pequeña industria" Proyecto de grado, Uniandes 1979
- /8/ Valderrama, A "Diseño de planta para la producción de alcohol a partir de la yuca" Proyecto de grado, Uniandes

7 6 PLANOS DE LA RALLADORA DE PEDALES

FUENTE /2/

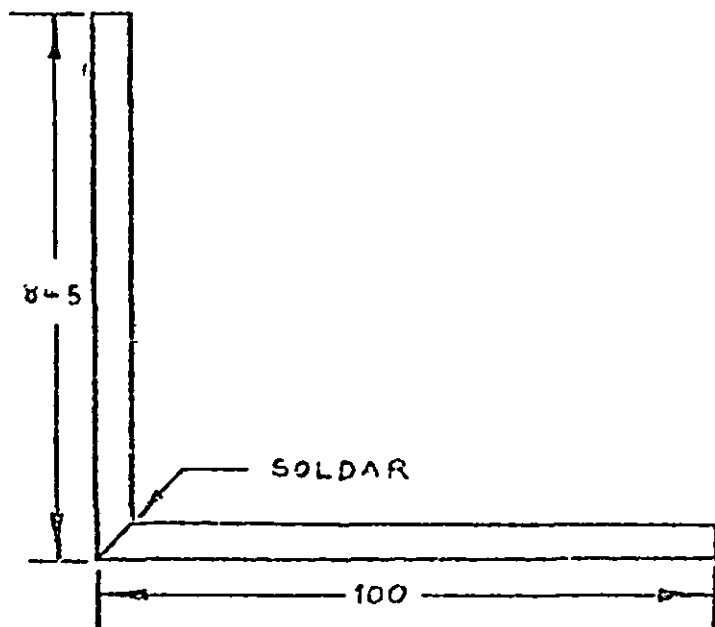
7 6 RALLADORA DE YUCA



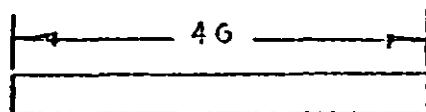
JUAN CASTILLA C

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
MECANICA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

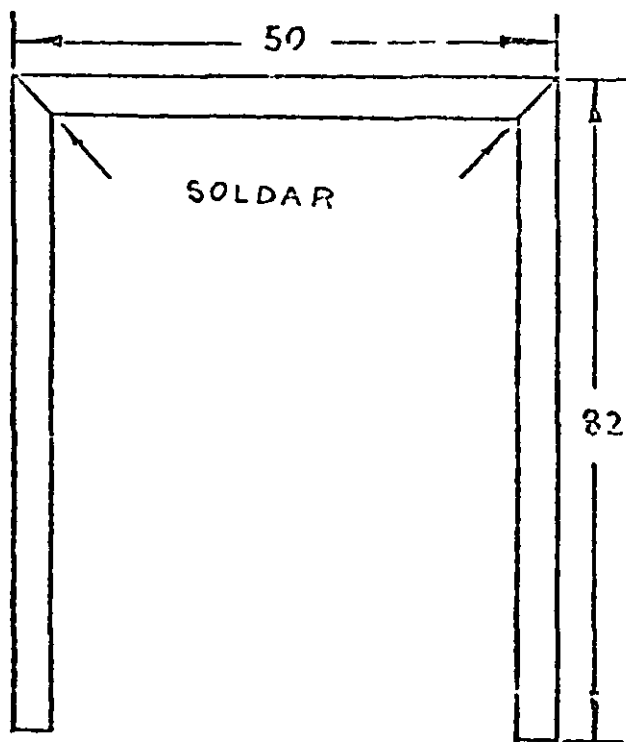
ETAPA 1



(A)



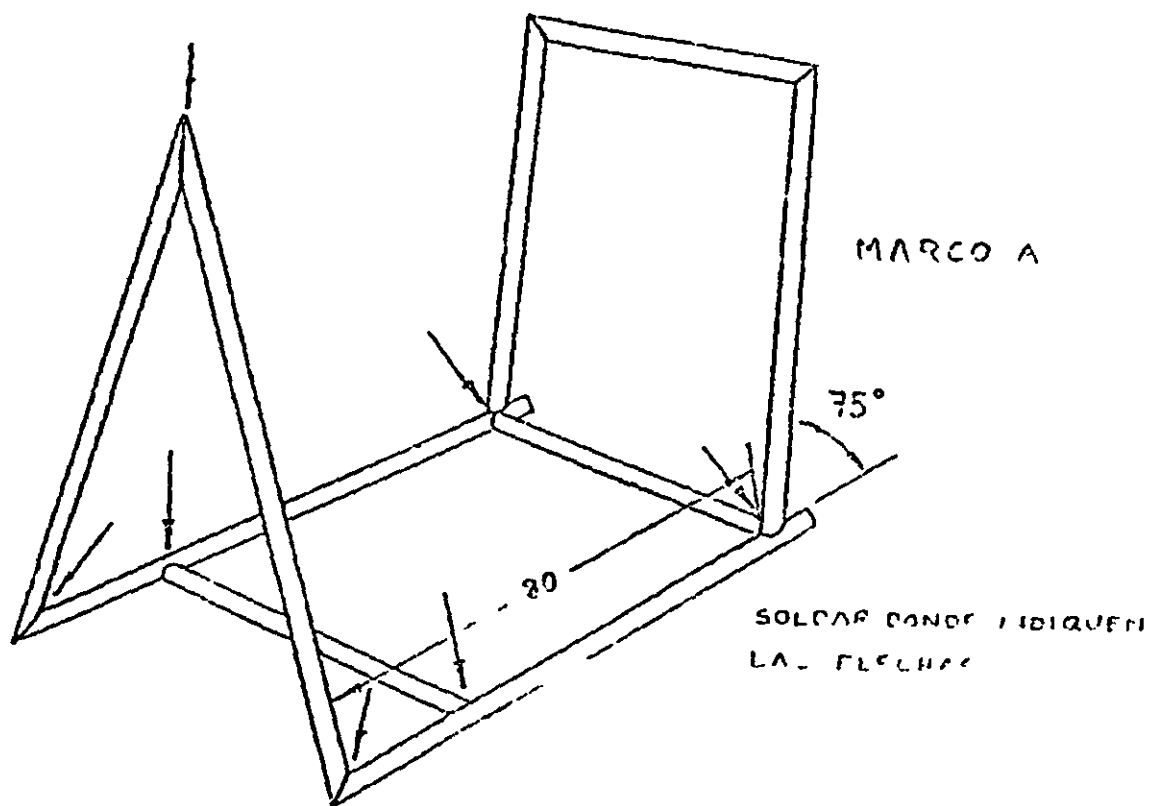
(B)



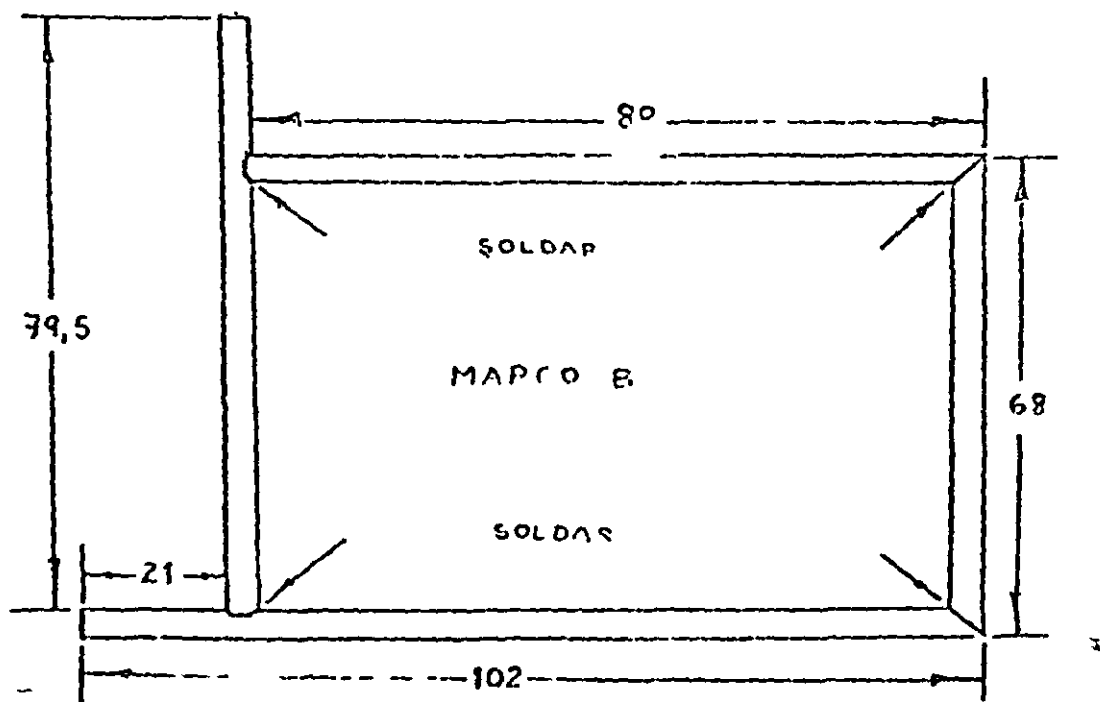
(C)

MATERIAL TUBO GALVANIZADO DE 1"
 N° PIEZAS A-2, B-2, C-1

NOTA TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN CM

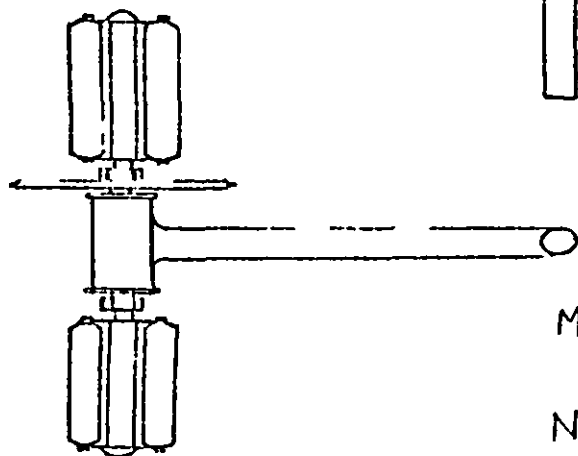
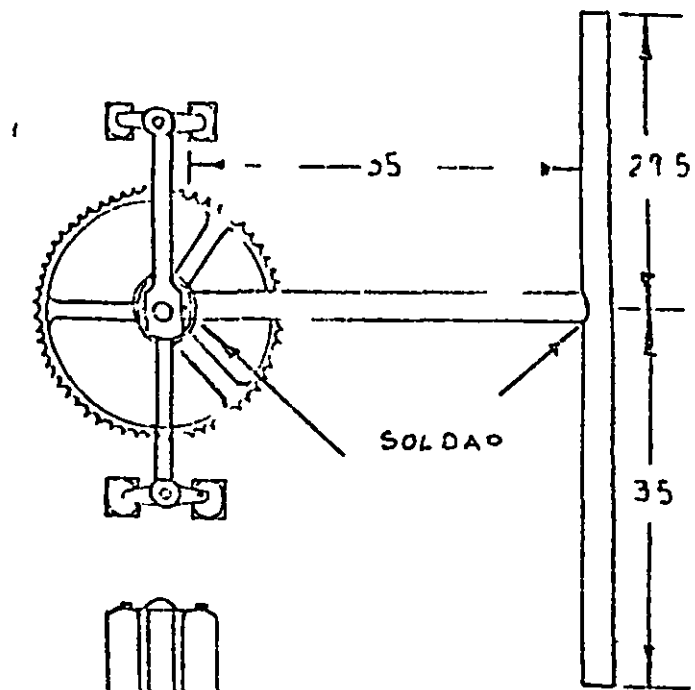


ETAPA 2A



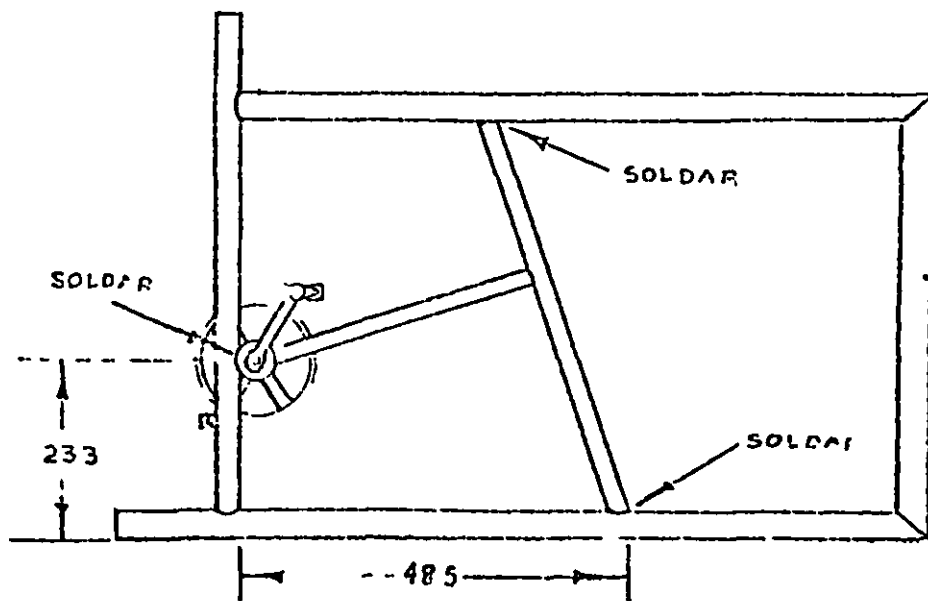
MATERIAL TUBO GALVANIZADO DE 1
N° PIEZAS 1 MARCO

ETAPA 2 B

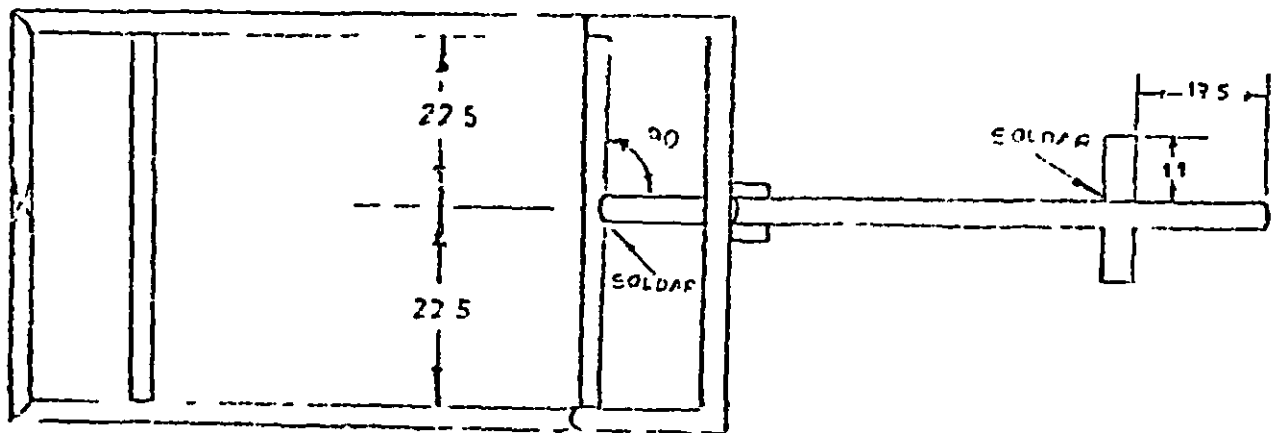
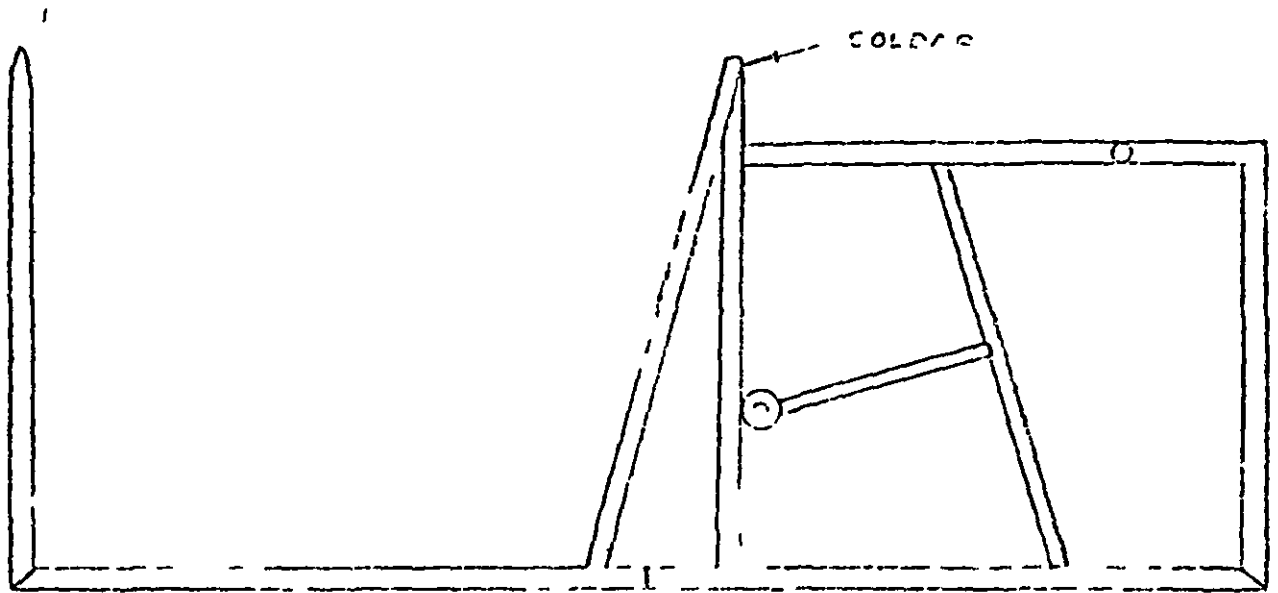


MATERIAL PEDALES, PLATO Y SOPORTE DE BICICLET
Nº PIEZAS 1

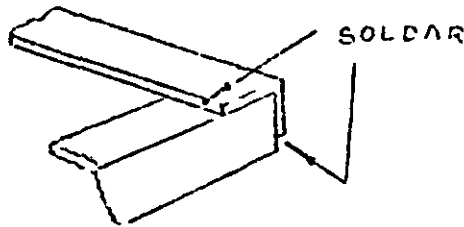
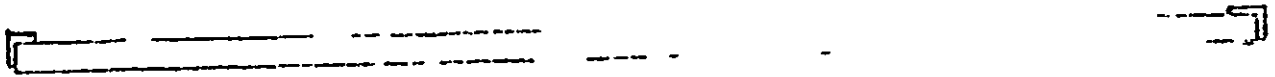
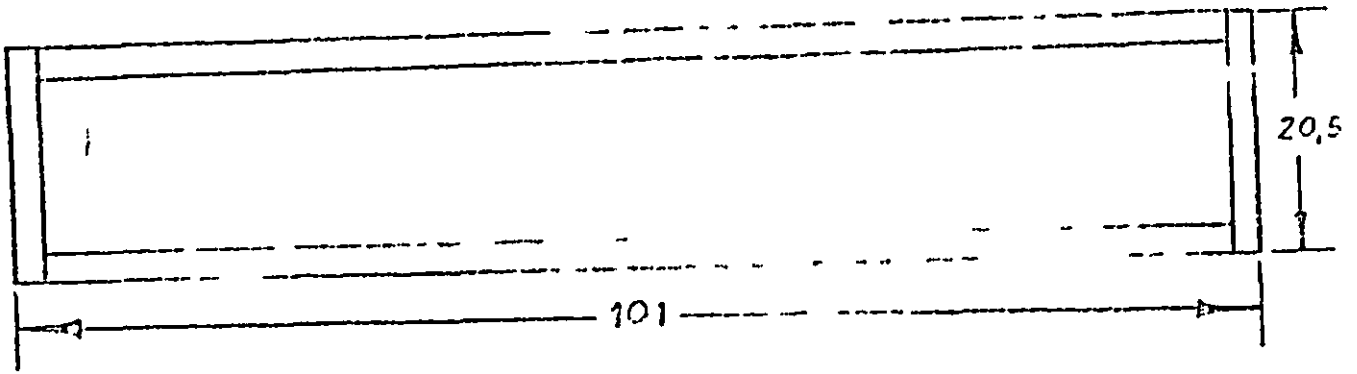
ETAPA 3



ETAPA 4

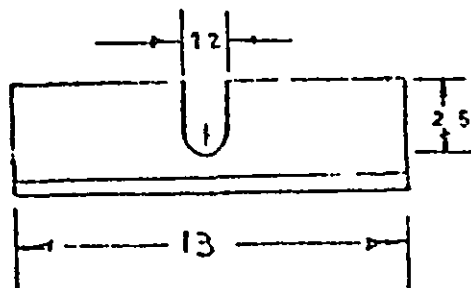


- LOS MARCOS DEBEN SOLDARSE E I LOS FINITOS INCISI
- ASEGURE QUE EL MARCO B ESTE
- 1- EN EL CENTRO DEL MARCO A
 - 2- VERTICAL
 - 3- A 90° DEL MARCO A



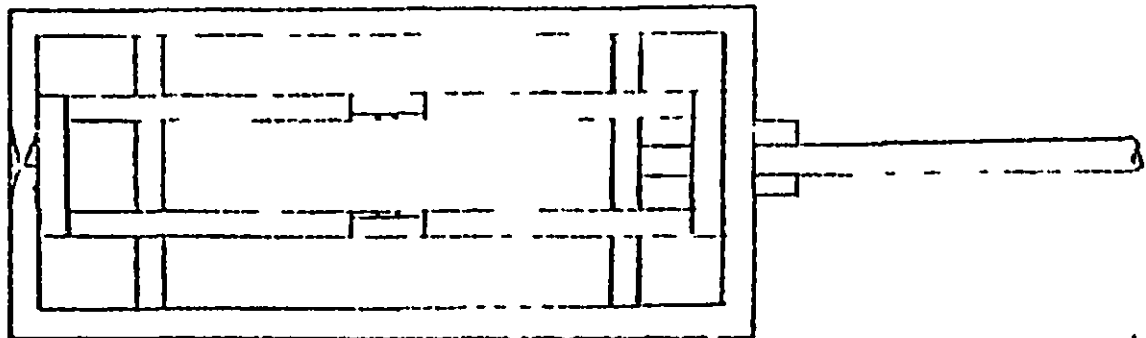
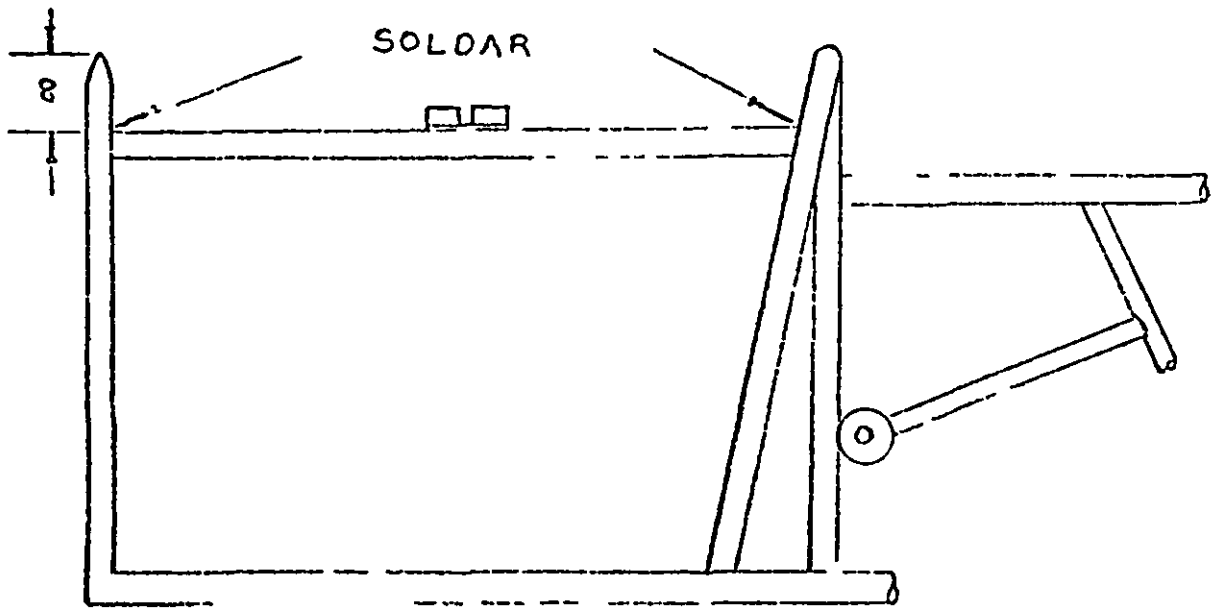
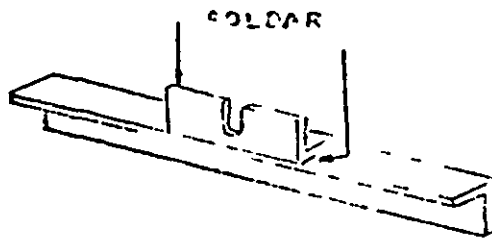
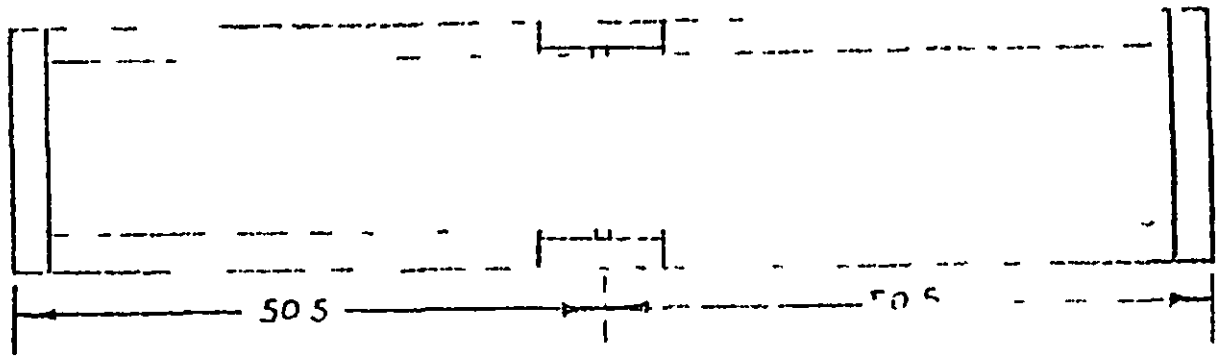
MATERIAL ANGULO 2F 1½ x 1½
Nº PIEZAS 1 MARCO

ETAPA 5B

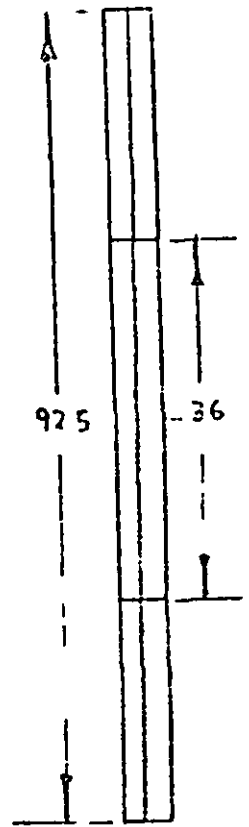
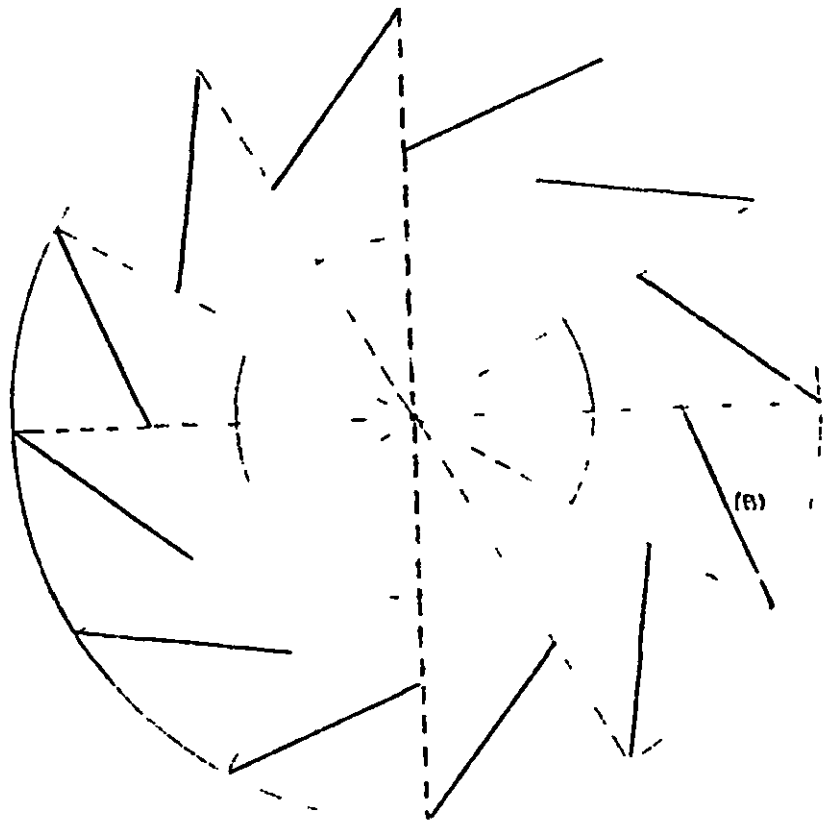


MATERIAL . ANGULO 1½ x 1½
Nº PIEZAS 2

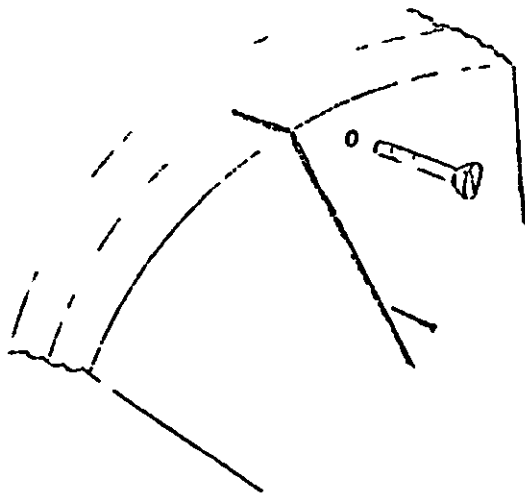
ETAPA 50



ETA 1 A SA



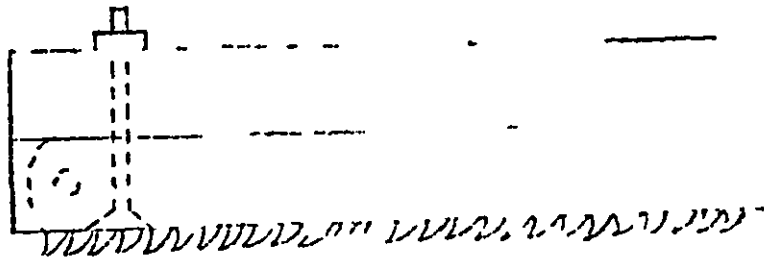
MATERIAL LA LAMINA TRIFLEX 12 1111 (R) SERIE LAS 20
 N° PIEZAS A-1, B-12
 DIEZTES, PUL



PANUJA

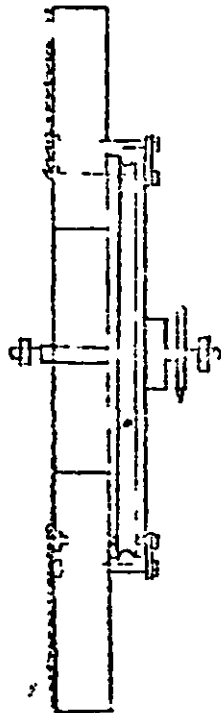
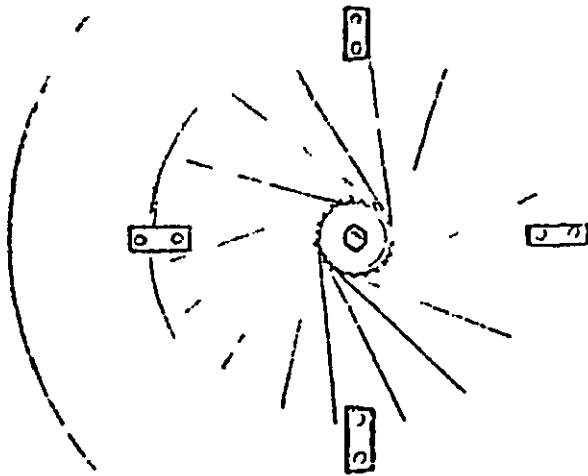
PARA OBTENER LAS RANURAS

- 1-DIVIDA LA CIRCUNFERENCIA EXTERIOR EN 12 PARTES IGUALES
- 2-TRACE UNA CIRCUNFERENCIA INTERIOR DE 66 CM DE DIA METRO Y DIVIDALA EN 12 PARTES IGUALES
- 3-UNA LOS PUNTOS CONSECUTIVOS Y CORTE
- 4-EN LA OTRA LAMINA TRACE UNA CIRCUNFERENCIA DE 1111 DE DIAMETRO DEL PUNTO CORTE EL CIRCULO CENTRAL



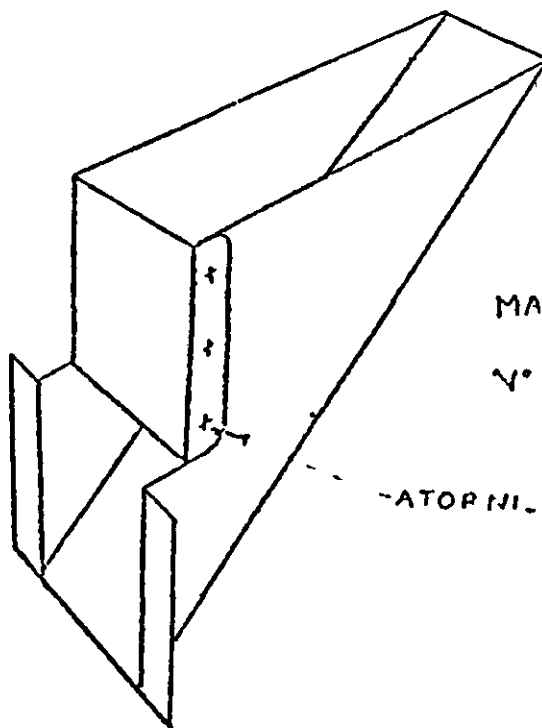
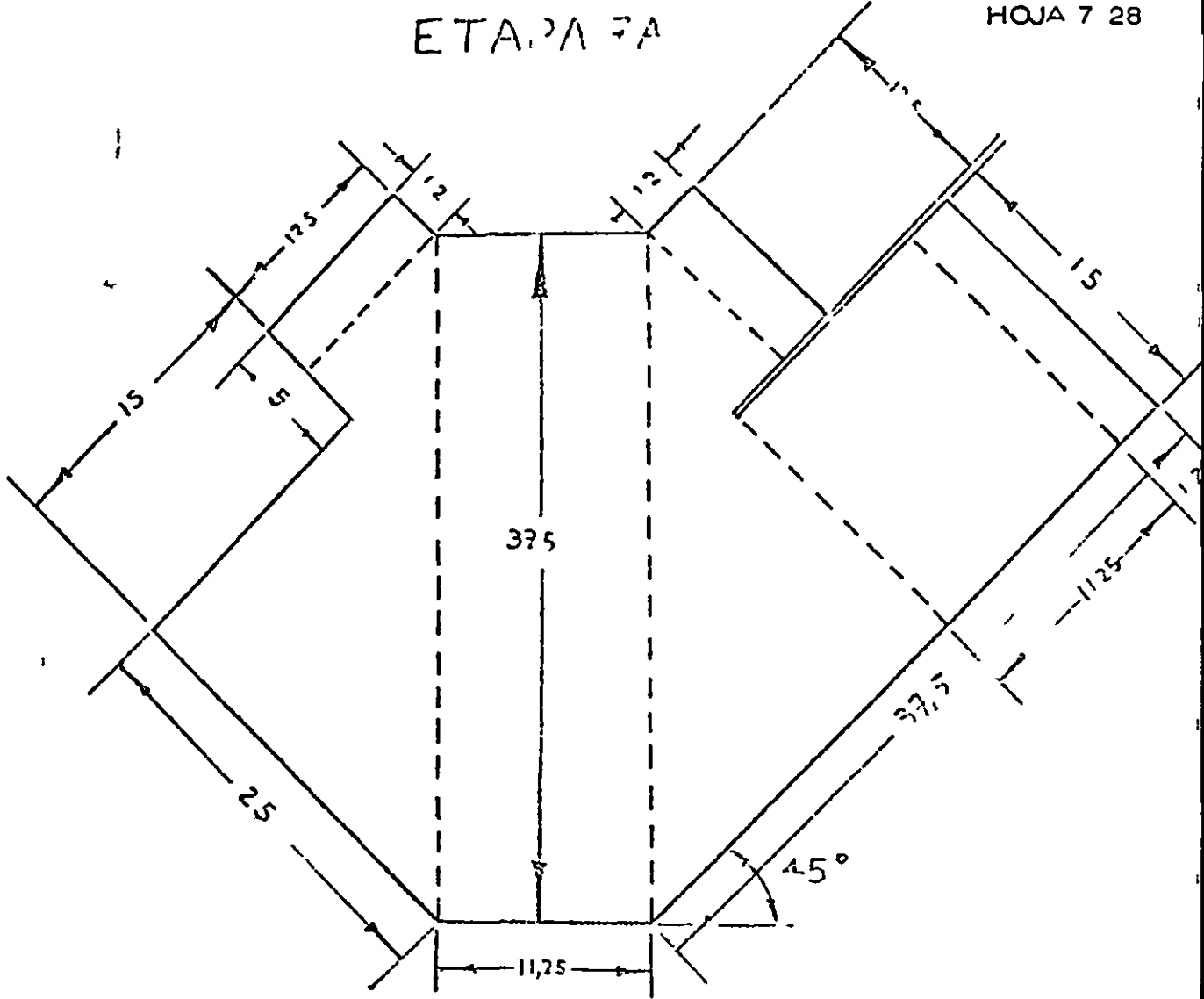
SE INSERTAN LAS CUCHILLA EN LAS FANJAS CON LOS
 DIENTES ORIENTADO HACIA EL EXTERIOR DEL DISCO
 SE UNEN LOS DISCOS ENTRE SI CON TORNILLOS

ETAPA 6B



MATERIAL 1 RIN DE PULCLETIA
 N° PIEZAS 1

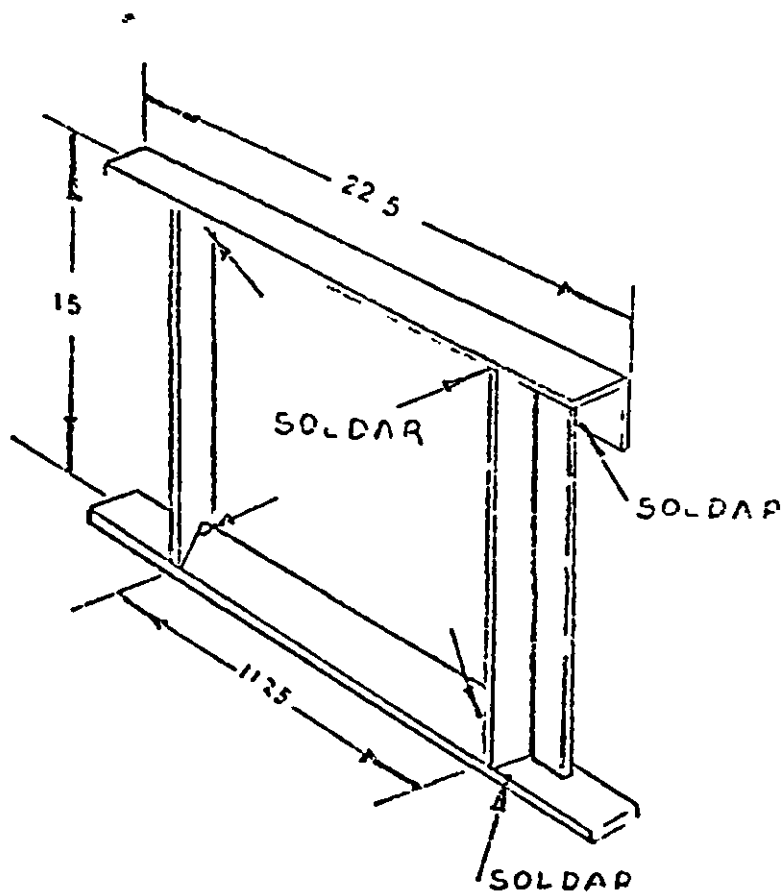
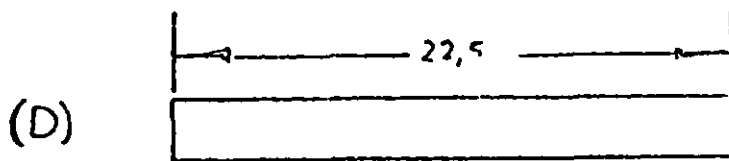
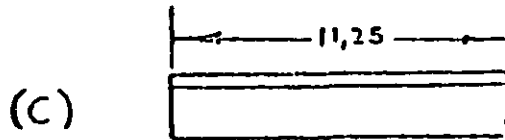
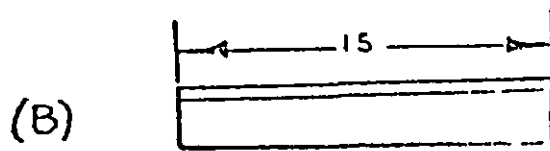
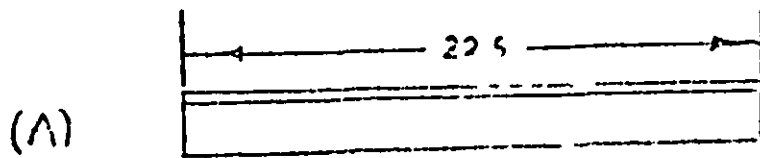
SE FIJA EL RIN AL DISCO CON UN JEQUE SOBRE LA
 CIRCUNFERENCIA TRAZADA PARA QUE EL EJE COI
 CIDA CON EL CENTRO



MATERIAL LAMINA CALVANIZADA
1" x 0"

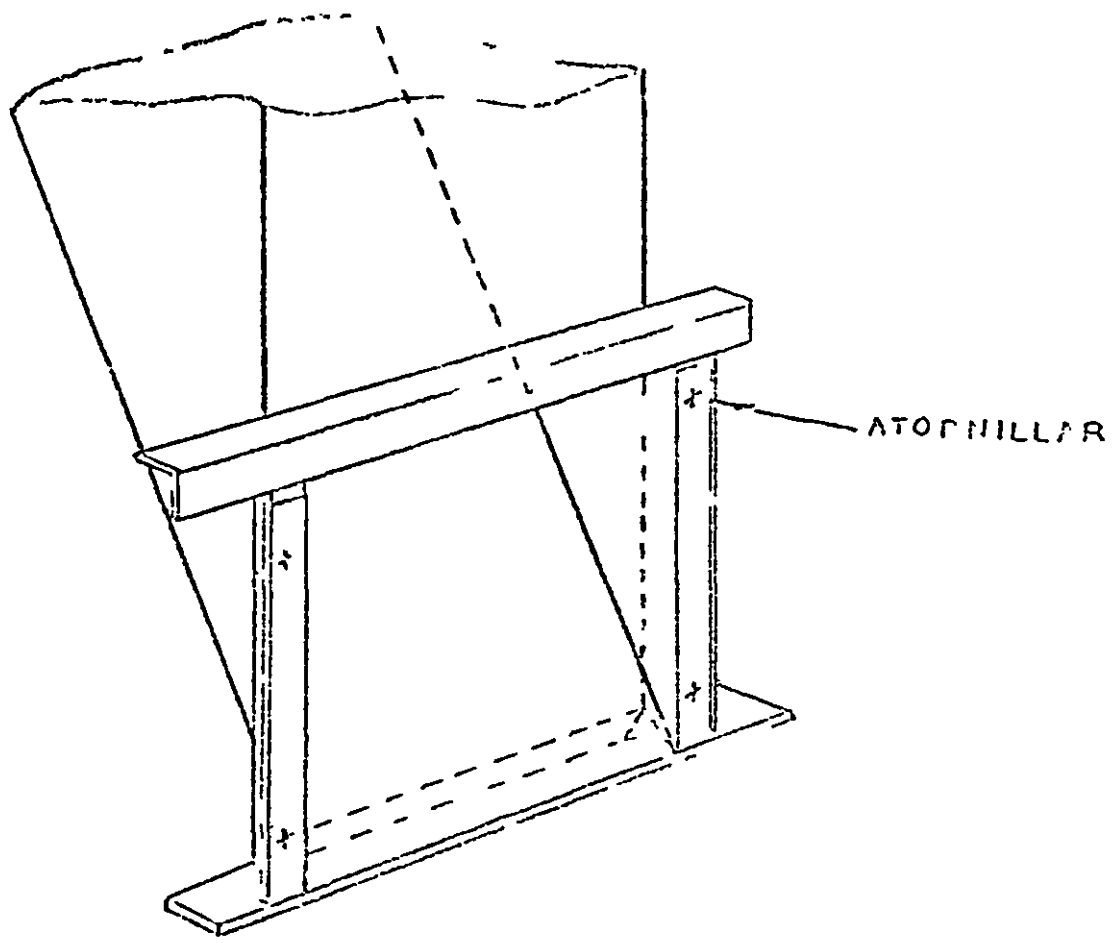
Nº PIEZAS 1

ATORNILLAR



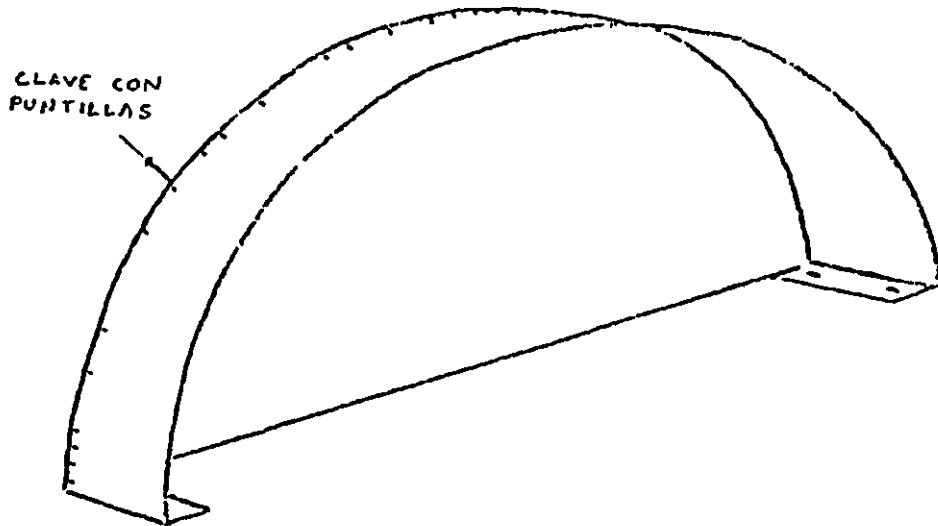
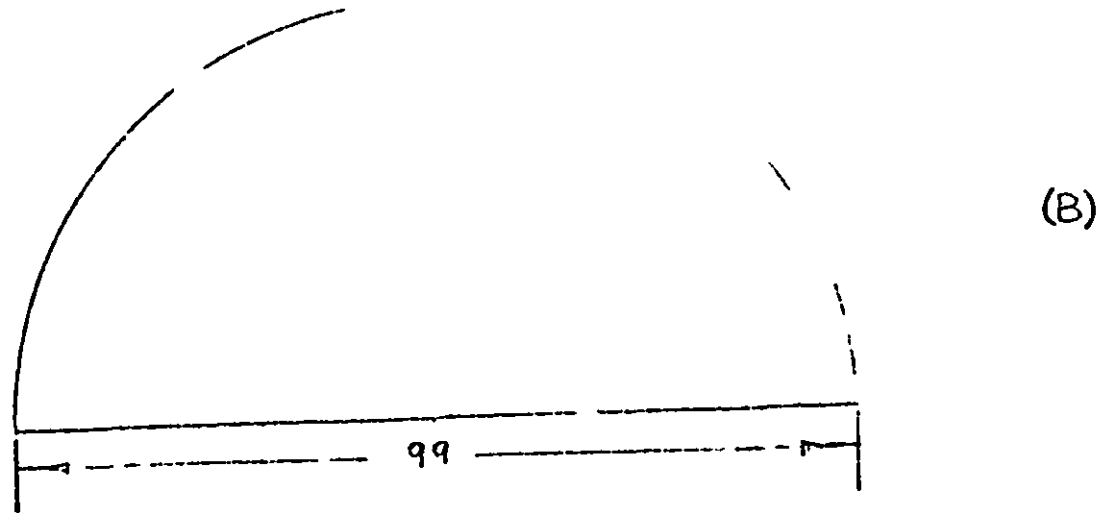
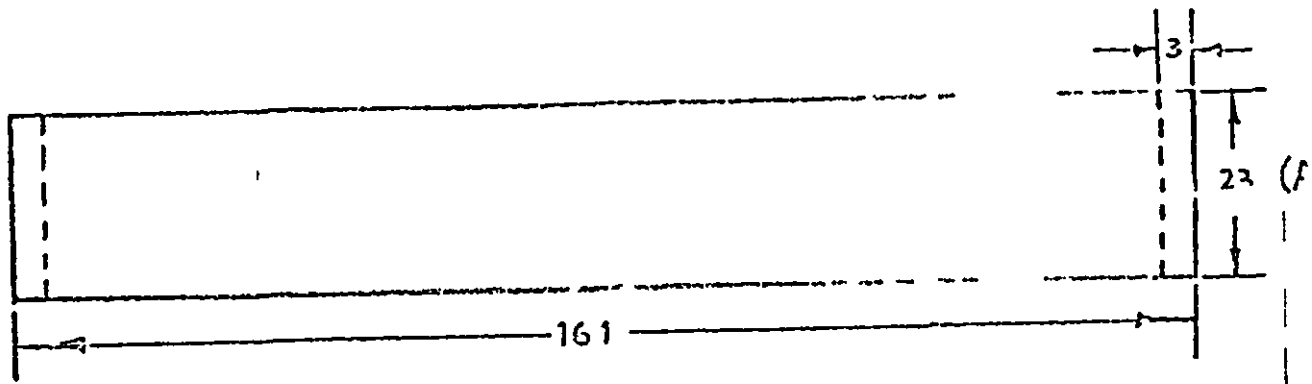
MATERIAL (A), (B), (C) ANGULO DE $1'' \times 1'' \times \frac{1}{8}''$
 (D) PLATINA DE $1 \text{ Y } \frac{1}{8}''$
 N° PIEZAS A-1, B-2, C-1, D-1

ETAPA 7C



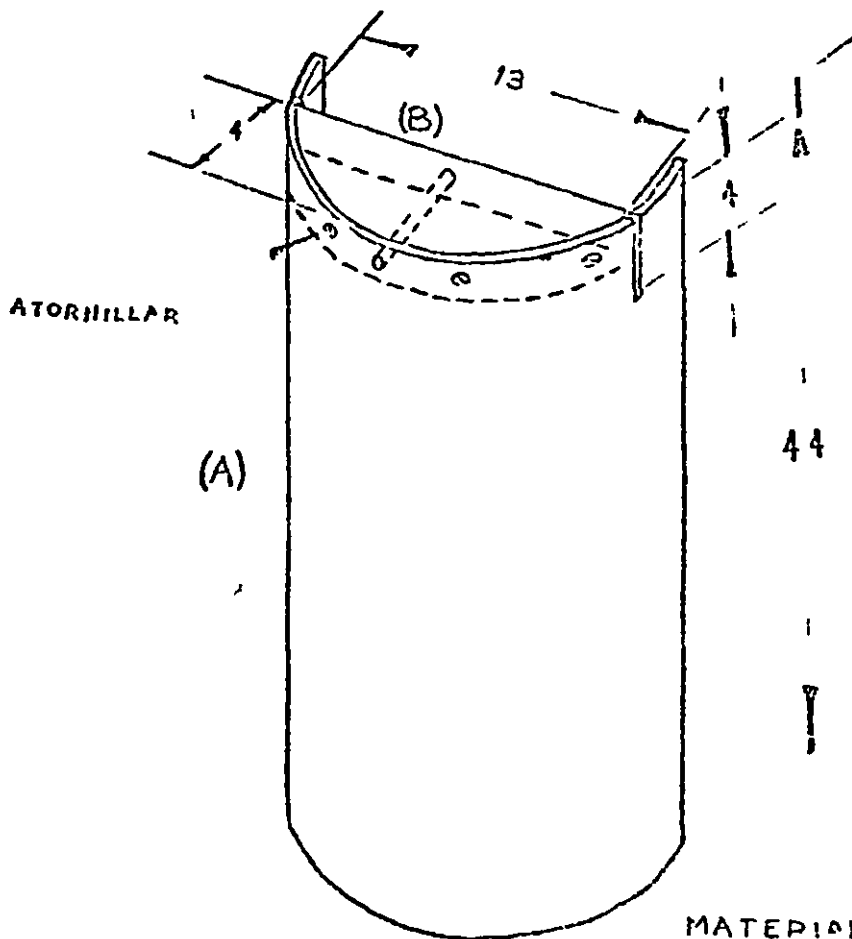
SE DOBLAN LAS ALETAS Y
SE FIJAN CON TORNILLOS.

ETAPA 2

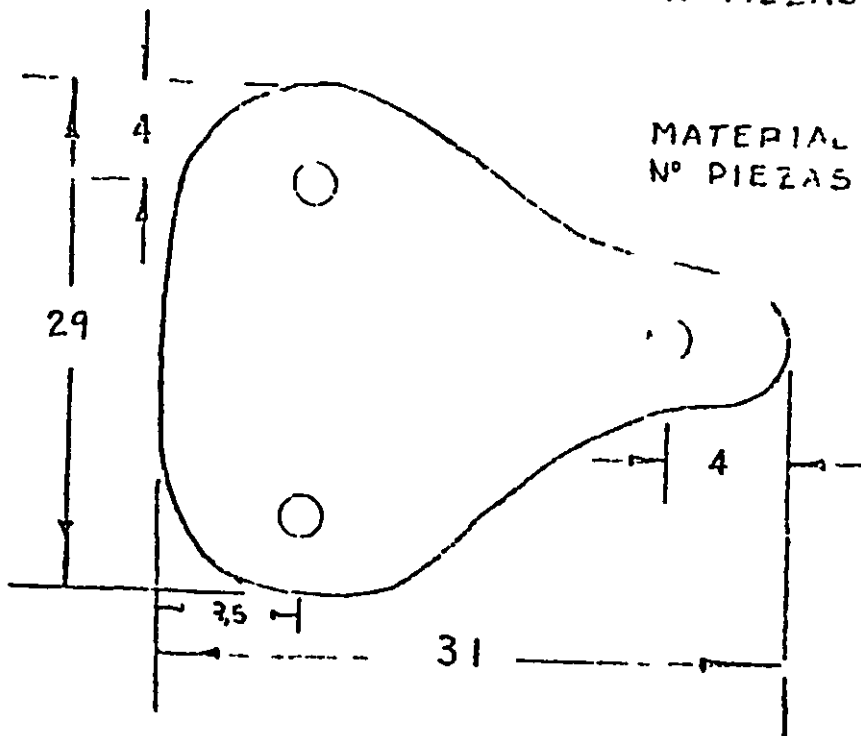


MATERIAL (A) LAMINA GALVANIZADA N° 20
 (B) LAMINA TRIPLEX 6MM
 N° PIEZAS . A-1, B-1

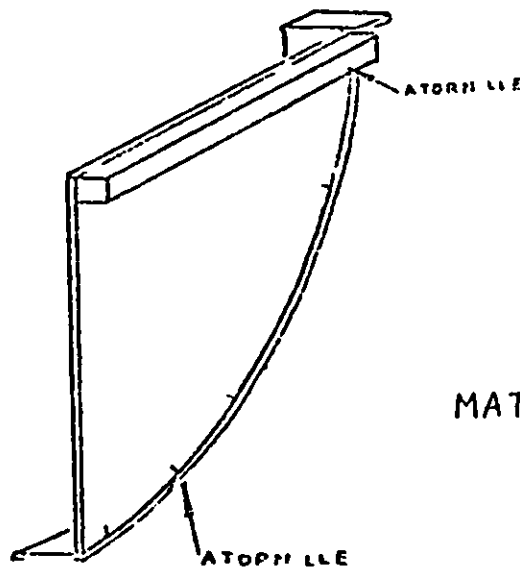
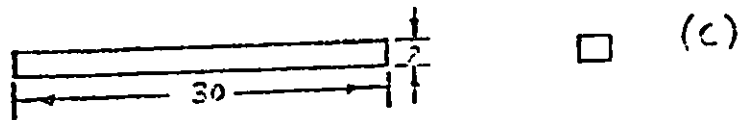
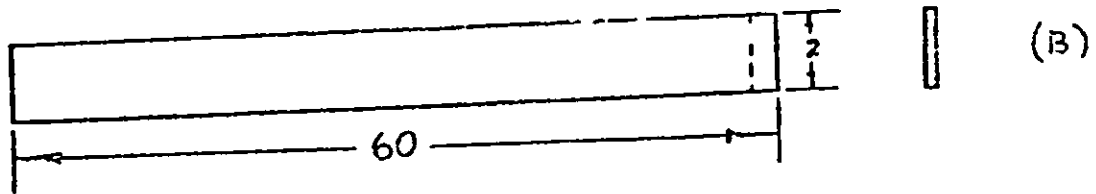
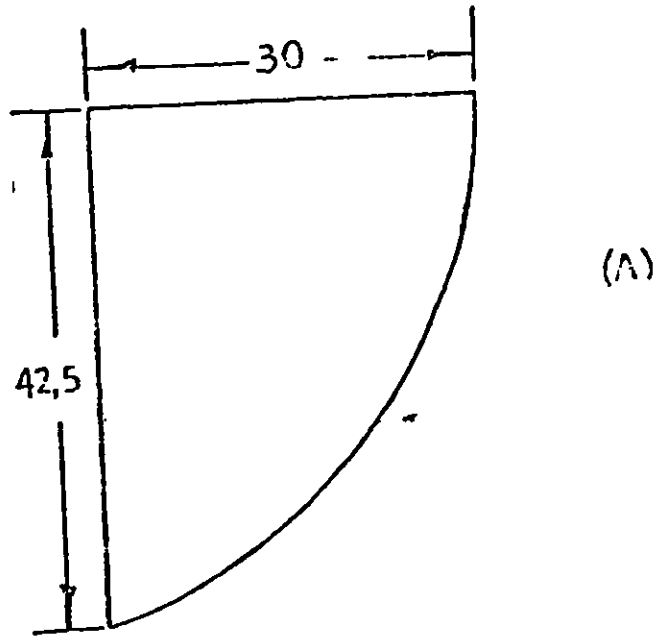
ETAPA 9



MATERIAL (A) TUBO P/C 6"
(B) LAMINA TRIPLEX
Nº PIEZAS A 1, B-1

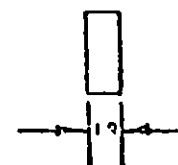
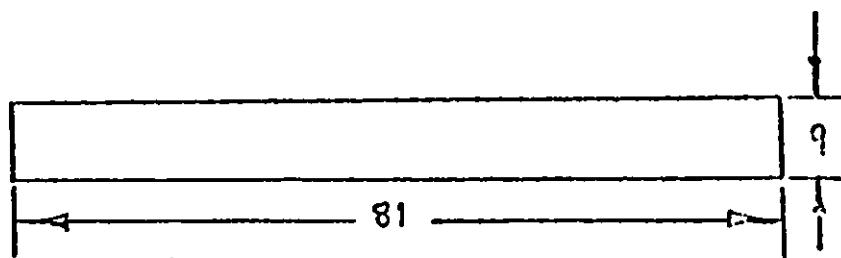


MATERIAL - LAMINA TRIPLEX
Nº PIEZAS. 1

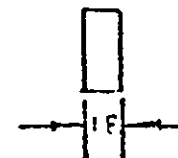
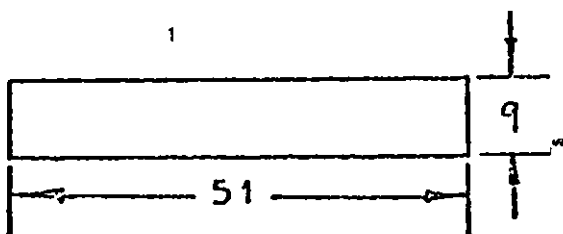


MATERIAL (A) LAMINA TRI
 DE 6 M 1
 (B) PLATINA
 (C) MADERA 2

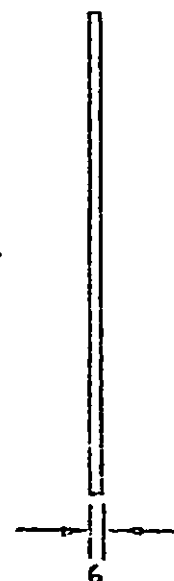
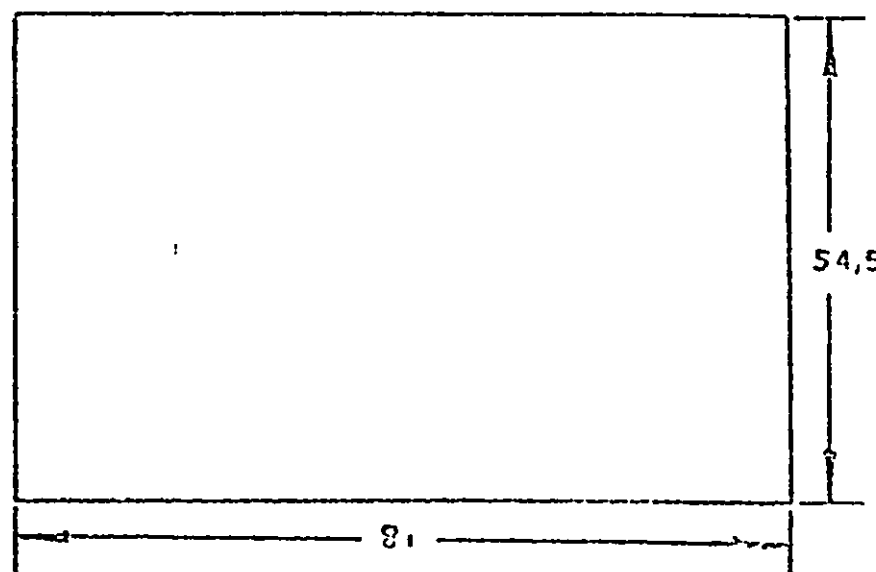
Nº PIEZAS A-1, B-1 C-1



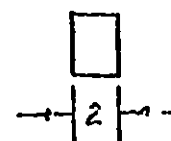
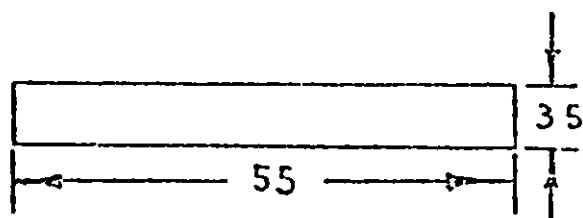
(A)



(B)



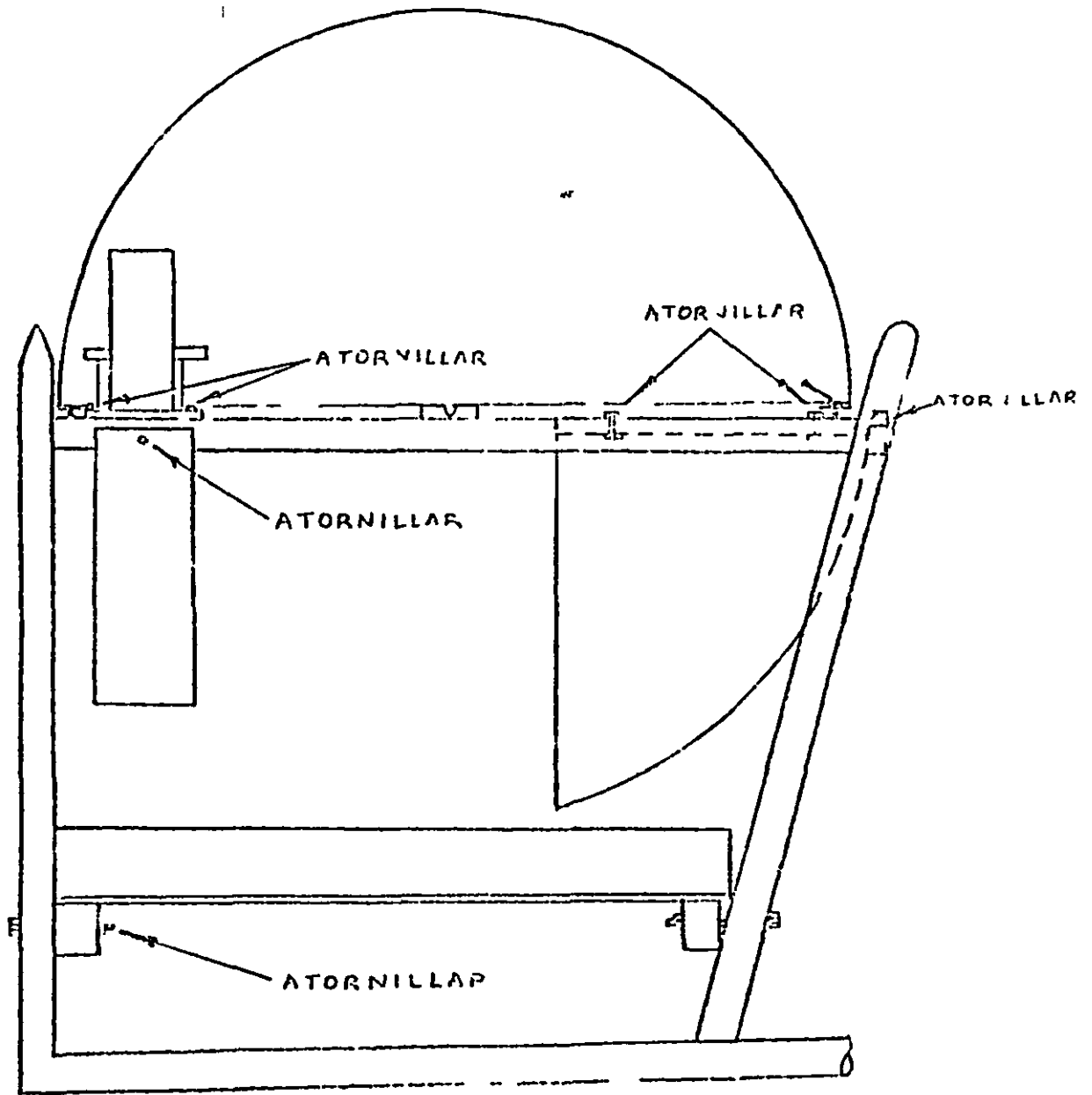
(C)



(D)

MATERIAL (A), (B), (D) MADERA DE
 (D) LAMINA TRIPLEX 6mm
 N° PIEZAS. A-2, B-2, C-1, D-2

ETAPA 10



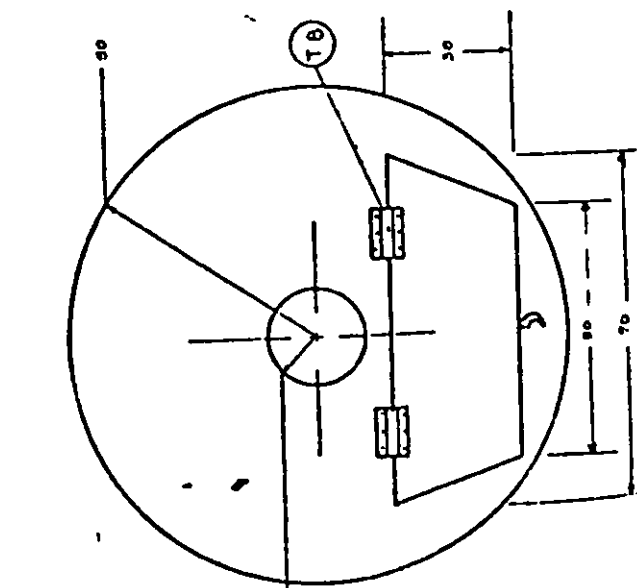
- 1- COLOCAR EL DISCO Y ASEGURAR
- 2- ENSAMBLAR LA CADENA
- 3- PINTAR
- 4- ENSAYAR

•

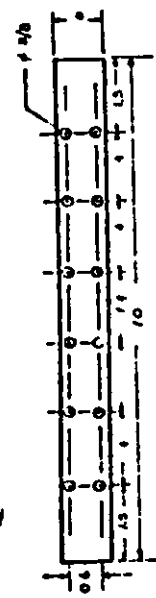
7 7 PLANOS DE LA COLADORA DE PEDALES
FUENTE /4/

•

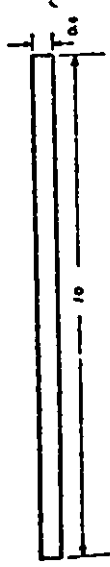
•



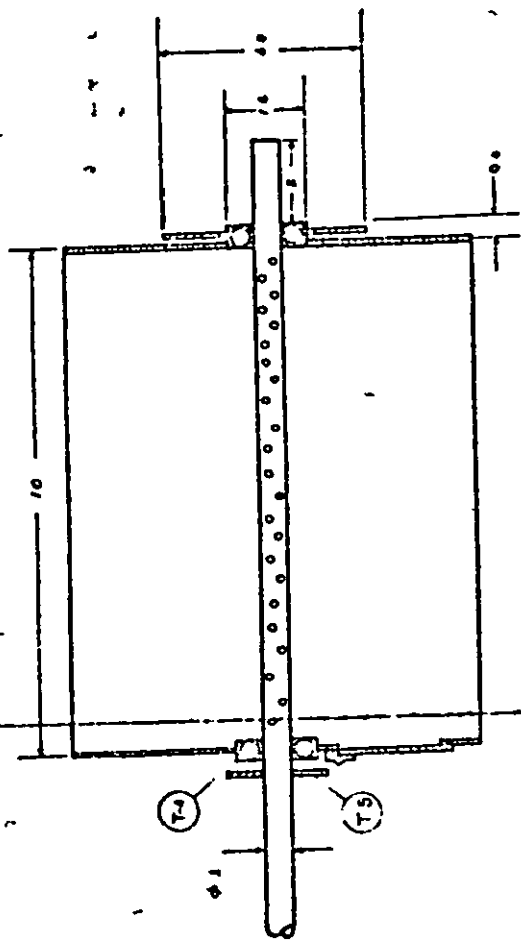
T8 TABLA 6 ILLU 1 - 1A



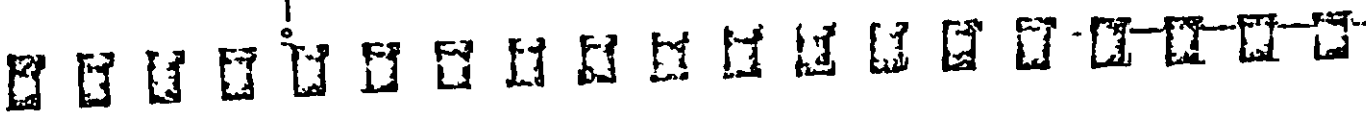
T3 ILLU 3 - JC 11A - 1:5

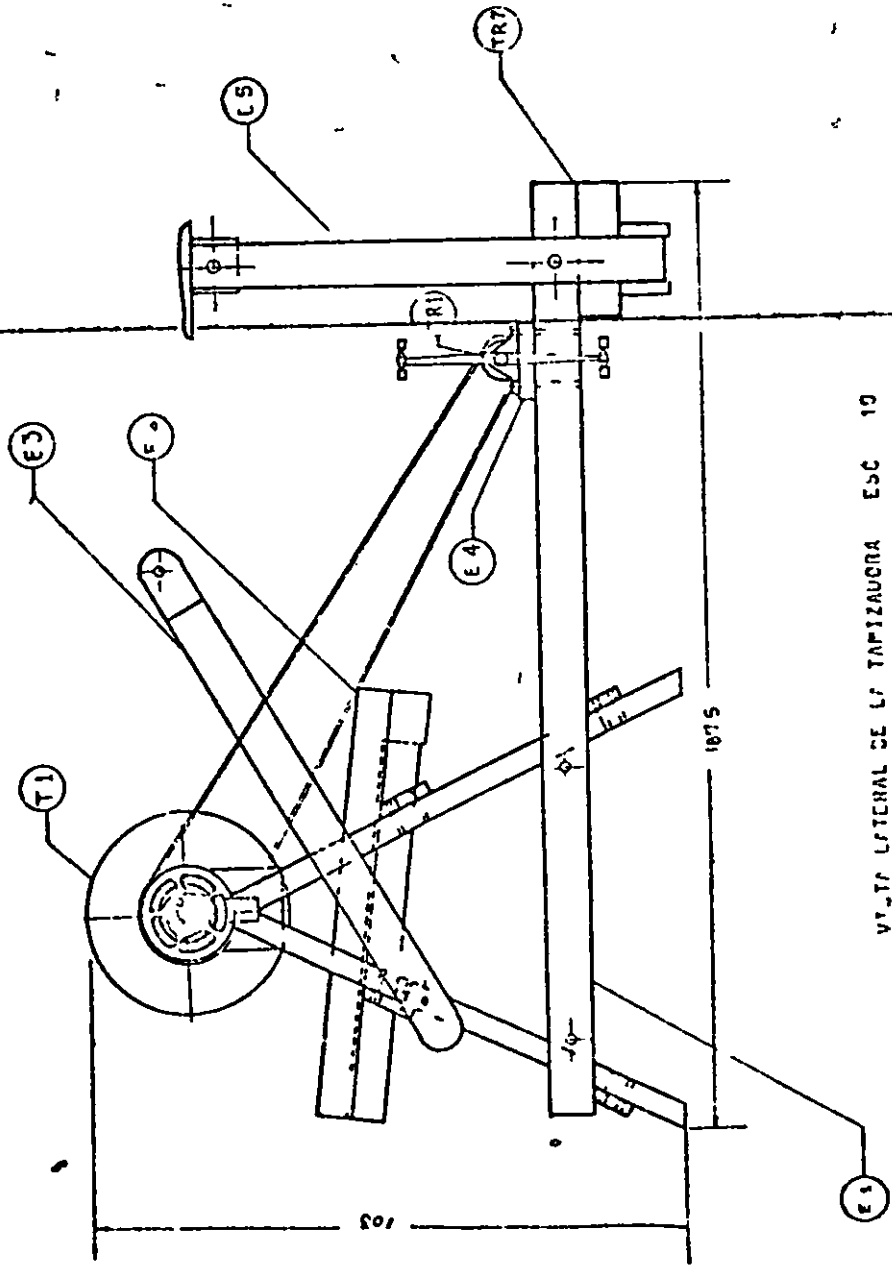


T2 TABLA 10

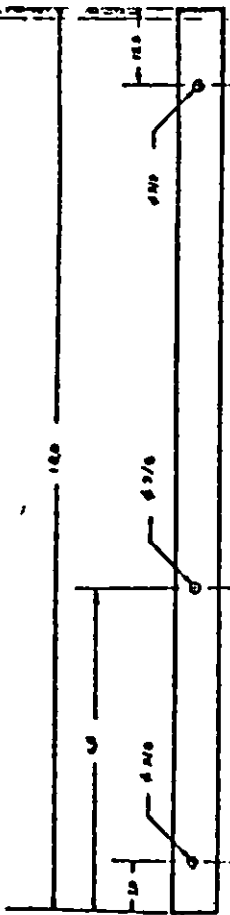


CORTE DEL TAMBOR DE TAPIZADO E 1:5

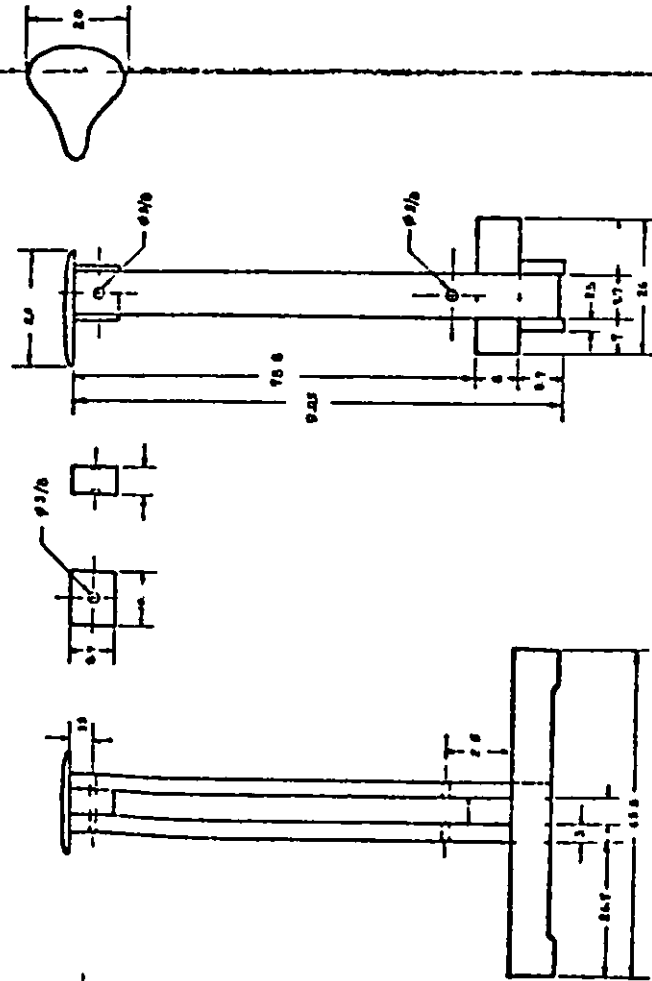




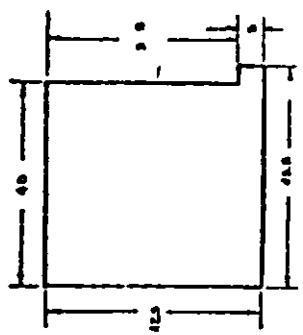
VI.77 LATERAL DE LA TAPIZADORA ESC 10
 P. 03333 E mda



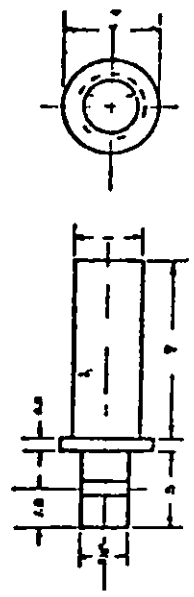
(TR7) TUBO DE ALUMINIO 120 x 40 x 125



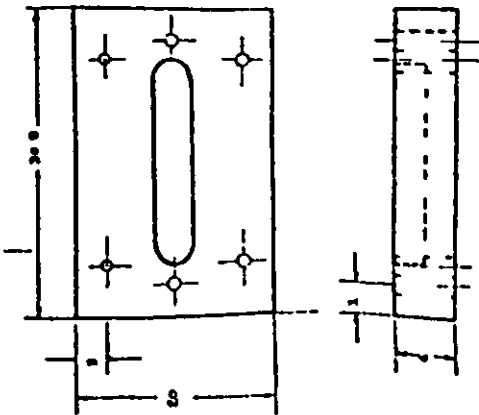
(E5) ALIUMINIO 120 x 40 x 125



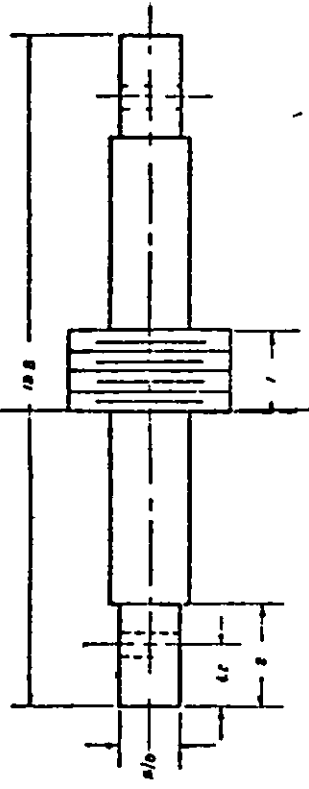
(E6) ALUMINIO 40 x 125 x 48.5



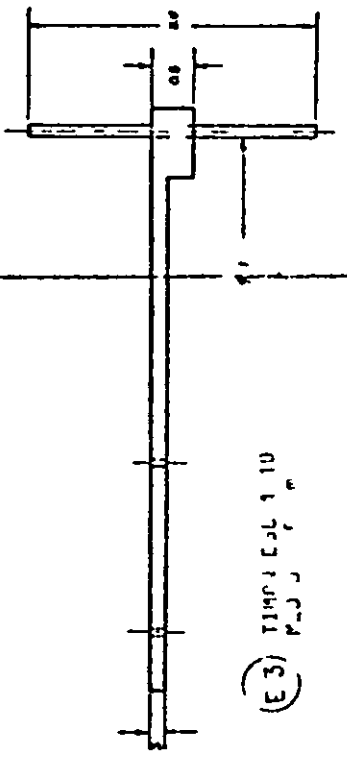
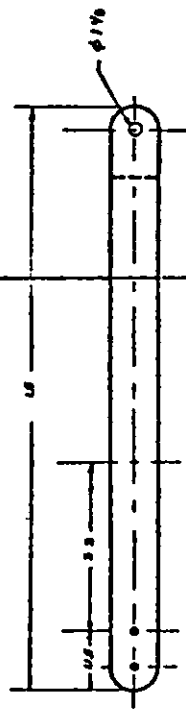
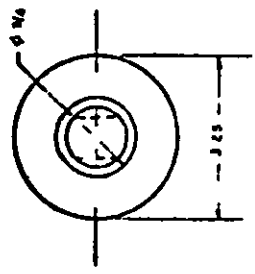
(TR8) ALUMINIO 120 x 40 x 125



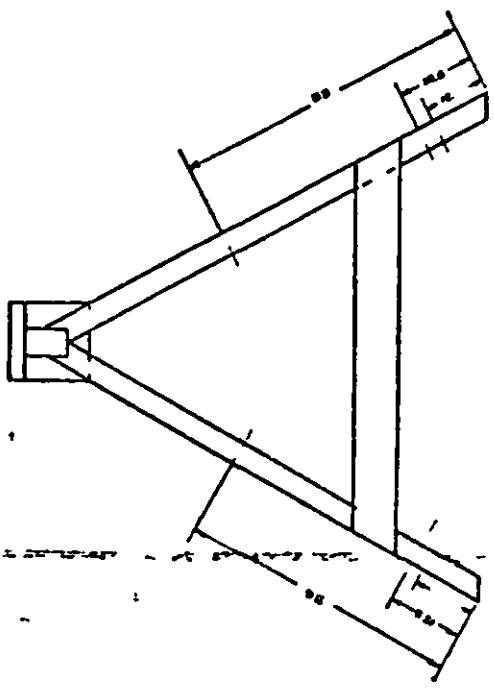
(E 4) TAMPON E.L. 12.5



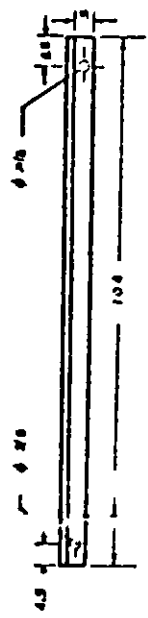
(TR 1) FOLIO ESC. 1 1 7.5



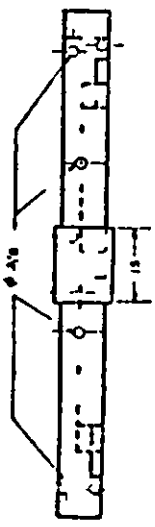
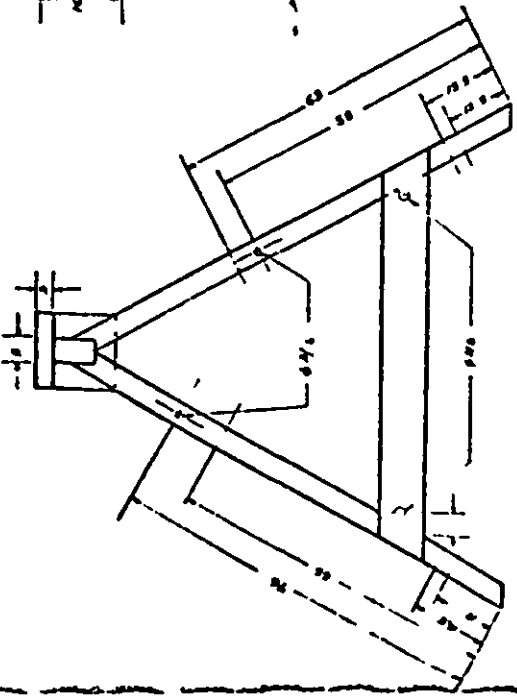
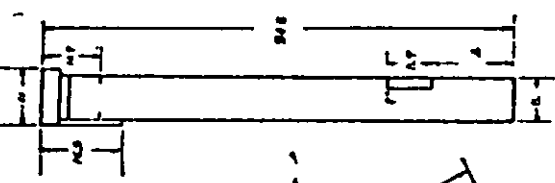
(E 3) TAMPON E.L. 1.10



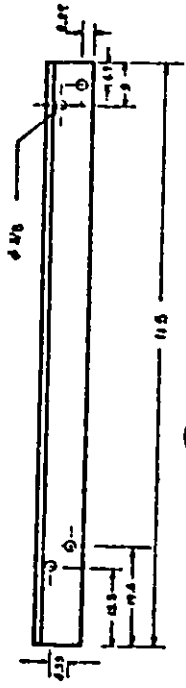
(E2) A DE APOYO



(E6) SUP T DE LA C CED



(E1) A DE UN I IIA



(E7) OPART DE LA LA C DE LA TRAF MI TLI

ALA 1 IQ... DICAS EP ma A MNOS QUE SE ESP CIFILL

IM 78-I-23

2 DISEÑO Y CONSTRUCCION

2 1 PLANOS DE DESCRIPCION Y MONTAJE

En las figuras 2 1 1 a 2 1 4 se muestran diferentes vistas de la coladora y en el apéndice se encuentran los planos de montaje y de las diferentes partes de que está compuesta la máquina, exceptuando las partes que se consiguen en el mercado como piezas estandar

2 1 1 PARTES DE LA COLADORA

- C-1 Eje del rotor # piezas 1, Material Tubo galvanizado de 1" de diámetro
- C-2 Flecha # piezas 1, Material Tubo de PVC de 1" de diámetro Vapor dentro del eje y es por donde entra el agua a la coladora
- C-3 Disco mayor # Piezas 1, Material Lámina de triplex de 15 mm de espesor En este se atornilla la brida y el alma de los travesaños
- C-4 Disco menor # piezas 1, Material lámina de triplex de 15 mm de espesor En este se atornilla la brida y el alma de los travesaños
- C-5 Soportes de los travesaños # piezas 32, Material lámina de triplex de 5 mm de espesor Clavados a

los discos Para soportar los travesaños

C-6 Travesaños 4 piezas 16, Material tubo de PVC de 3/4" de diámetro Sujetos por el alma de los discos

C-7 Alma del travesaño # piezas 16, Material Varilla de Bronce de 3/16" de diámetro Va por dentro de los travesaños y por medio de mariposas se atornilla en la parte exterior de los discos para poner en compresión a los travesaños

C-8 Bridas 4 piezas 2, Material acero C R se atornilla en los discos para sujetar los al eje.

C-9 Tamiz # piezas 1, Material lienzo 40, se coloca cubriendo los travesaños

C-10 Malla exterior Material Cordón para cortina, se coloca sobre el tamiz sujeta por los ganchos

C-11 Juego de ganchos # piezas 2, Material argolla de 3" de diámetro, cordón de cortina y eslabones de cadena Colocados sobre la brida para sujetar la malla

C-12 Sello hidráulico # piezas 1, Material Puy, se atornilla en el eje para sellar el paso de la flecha

2 1 2

PARTES DE LA ESTRUCTURA

E-1 Chumacera # piezas 2, Material chumacera SKF de 1" de diámetro, para sujetar al eje

IM 78-I-23

- E-2 A de transmisión # piezas 1, Material Madera para sujetar una chumacera, la base de la transmisión, el timón y los soportes de la bandeja
- E-3 A de apoyo # piezas 1, Material madera, para sujetar la otra chumacera y los soportes de la bandeja
- E-4 Timón # Piezas 1, Material Madera Va sujeto a la A de la transmisión
- E-5 Base para los Pedales # Piezas 1, Material Madera sujeta a la base de transmisión para soportar las chumaceras de los pedales
- E-6 Asiento # piezas 1, Material Madera, sujeto a la base de transmisión, y de estabilidad a la máquina
- E-7 Base para la transmisión # Piezas 1, Material madera, sujeto a la A de transmisión para sujetar la base de los pedales y el asiento
- E-8 Soporte para la bandeja # Piezas 2, Material madera, se atornillan a las 2 Aes
- E-9 Bandeja # piezas 1, Material lámina galvanizada calibre 18, se coloca sobre sus respectivos soportes
- E-10 Soporte para la base de transmisión # piezas 2, Material Madera, se atornilla a las 2 Aes

IM 78-I-23

2 1 3

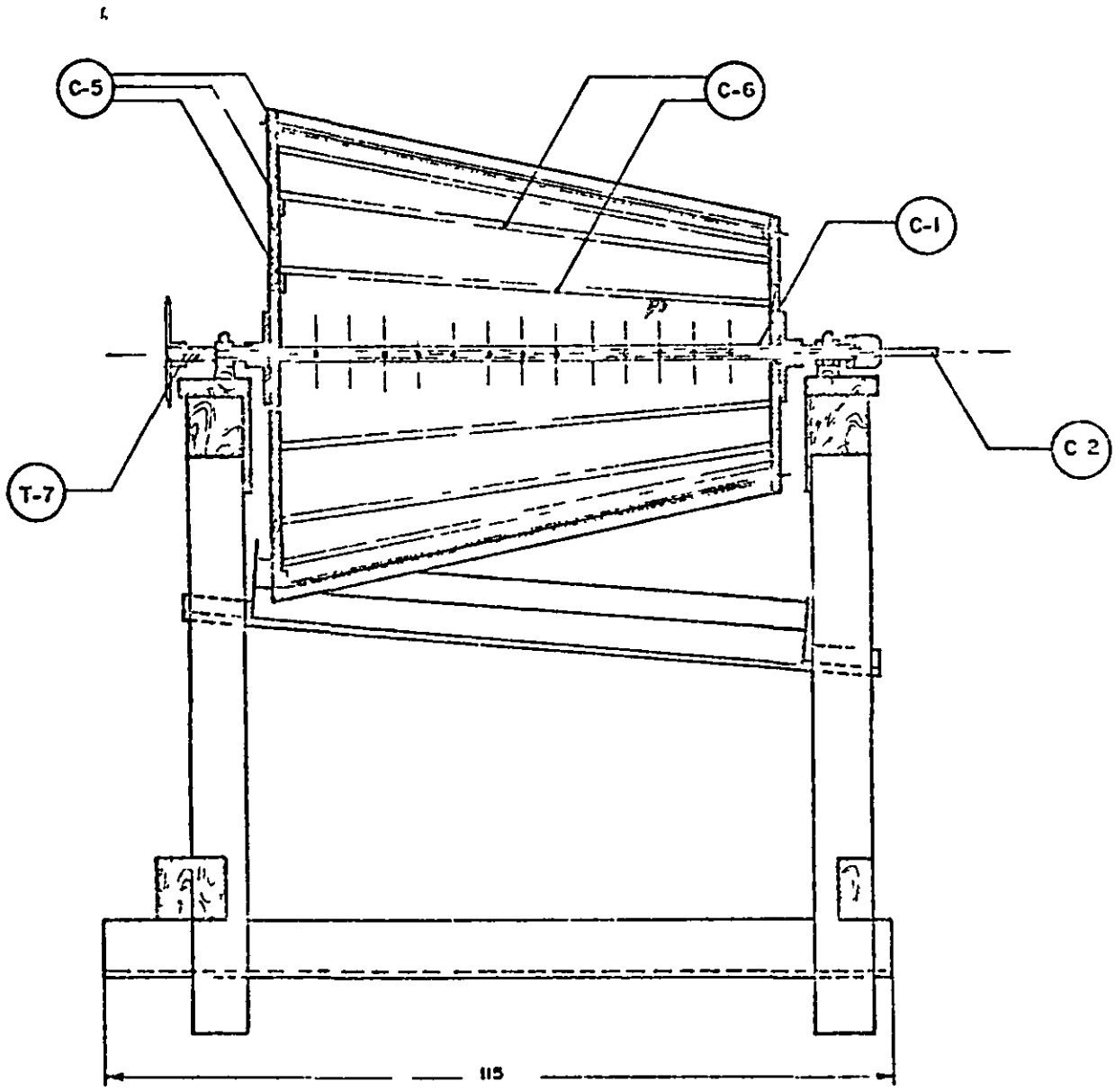
PARTES DE LA TRANSMISION

- T-1 Eje de los pedales # piezas 1, Material Acero C R para colocar el piñón y los pedales
- T-2 Piñón # piezas 1, Material ^{pa'} Piñón de bicicleta de 16 dientes
- T-3 Chumacera # Piezas 2, Material Chumacera SKF de 3/4" de diámetro para sujetar el eje de los pedales
- T-4 Pedales # piezas 2, Material Pedal para bicicleta
- T-5 Cadena Material Cadena para bicicleta, por medio de la cual se transmite la potencia de los pedales al plato de la coladora
- T-6 Plato de la Coladora # piezas 1, Material Plato para bicicleta de 48 dientes
- T-7 Eje del Plato # piezas 1, Material Acero C R para sujetar el plato al eje

2 2

DISEÑO

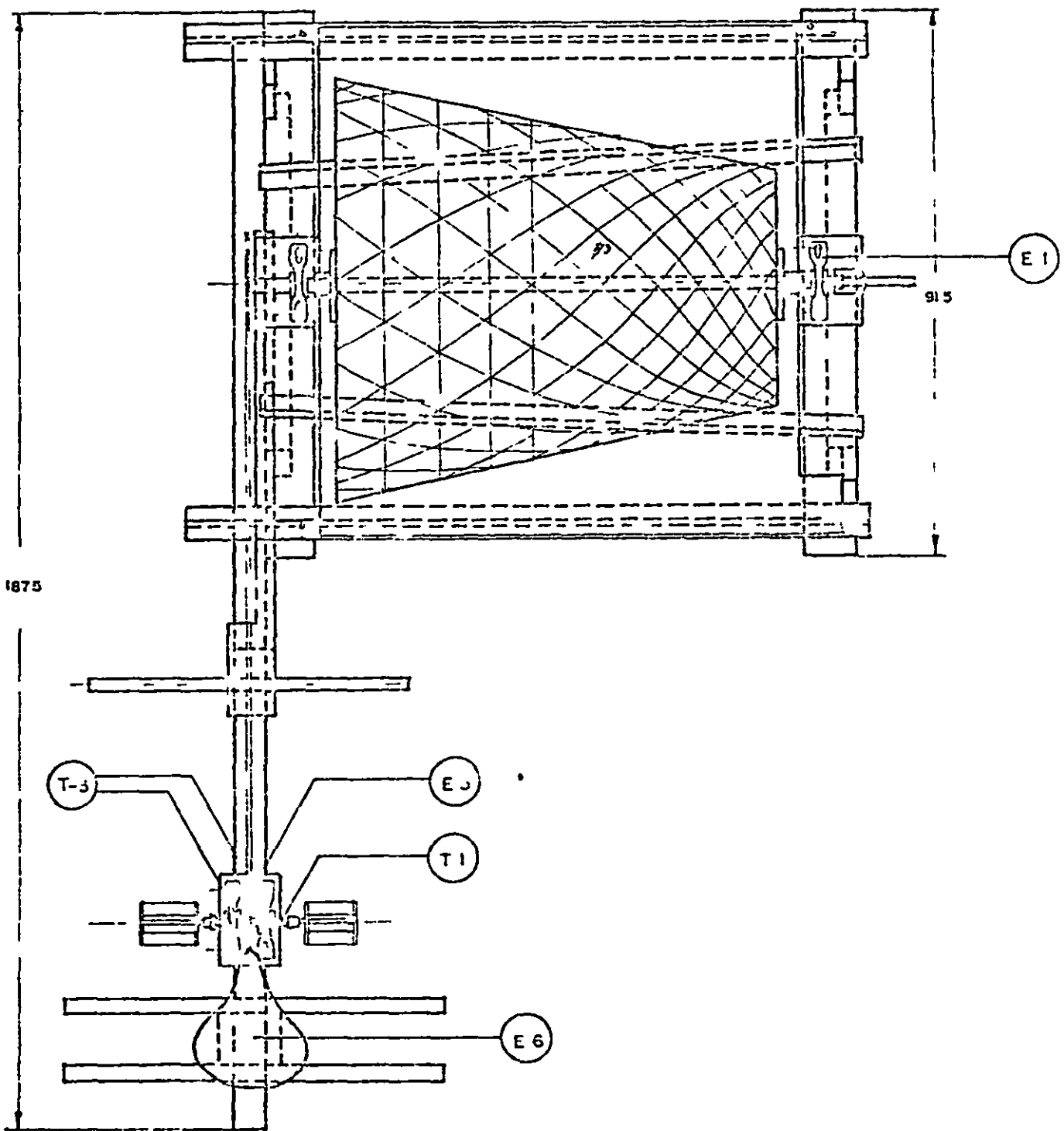
Los criterios de diseño para la máquina coladora fueron tomados en base en la observación de pequeñas plantas productoras de almidón de yuca, en las cuales no se tiene teoría establecida, sino que el proceso se realiza con métodos adquiridos por tradición o por ensayo y error. Los principales aspectos son



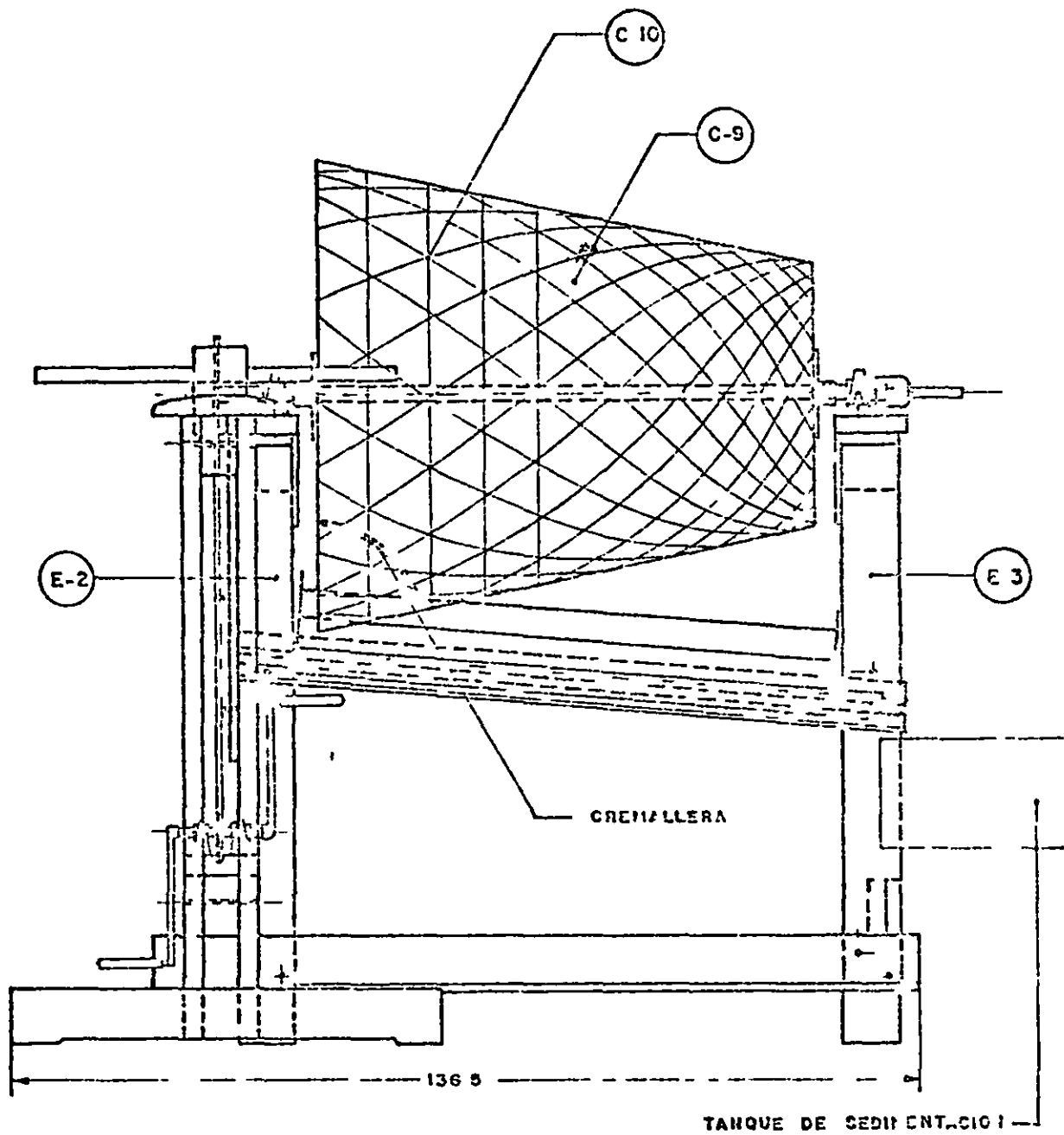
CORTE B-B'

MEDIDAS EN C.M. A MENOS SE ESPECIFIQUE

<p>UNIVERSIDAD DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA</p>	<p>DEBERO INACIO I VISTA HORIZONTAL Y CORTE</p>
<p>DEPTO DE MECANICA JORGE ENRIQUE PALACIO P</p>	<p>Ese 1 10</p>



VISTA HORIZONTAL



VISTA LATERAL ANTERIOR

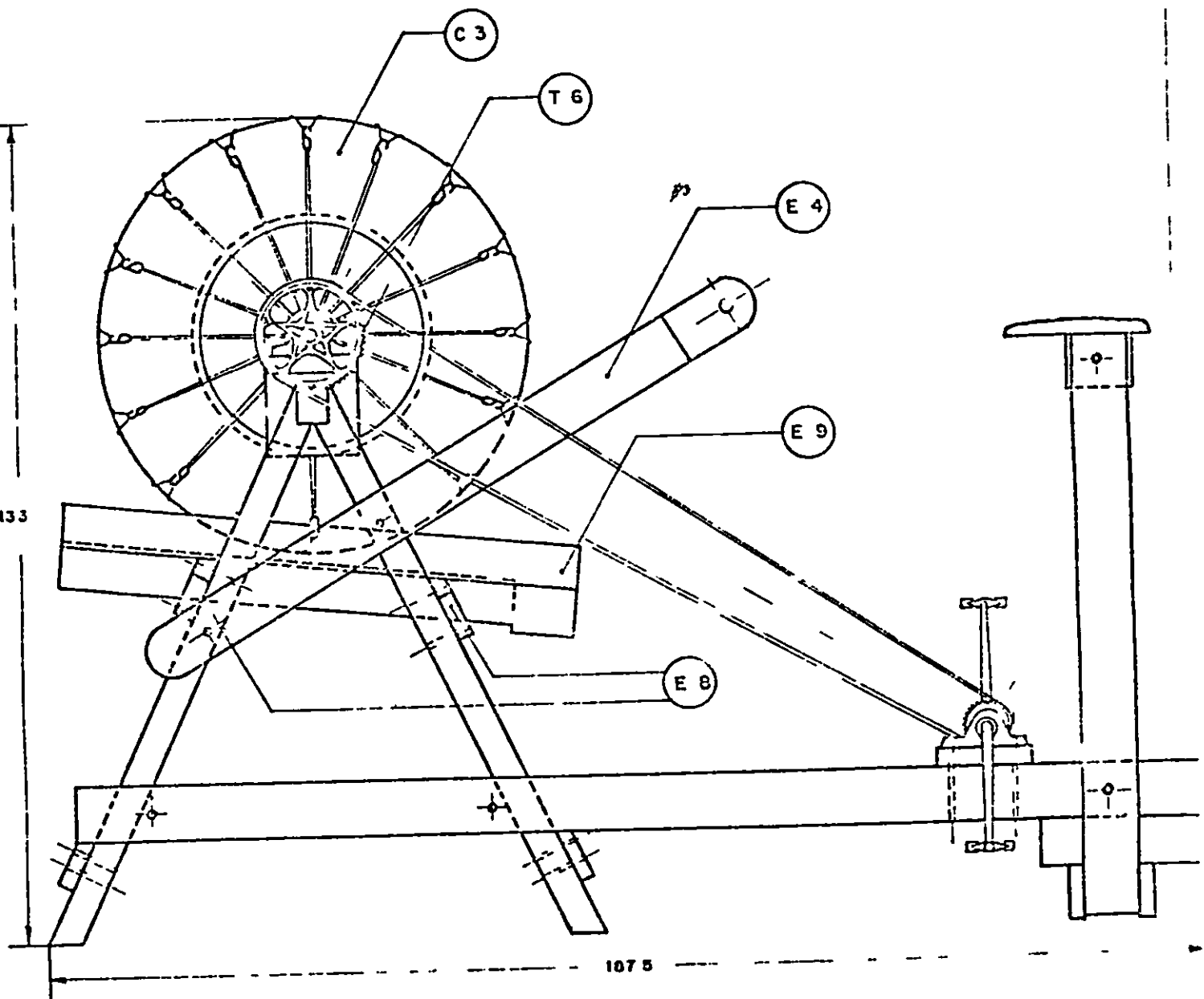
MEDIDAS EN C S A MENOS SE ESPECIFIQUE

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA

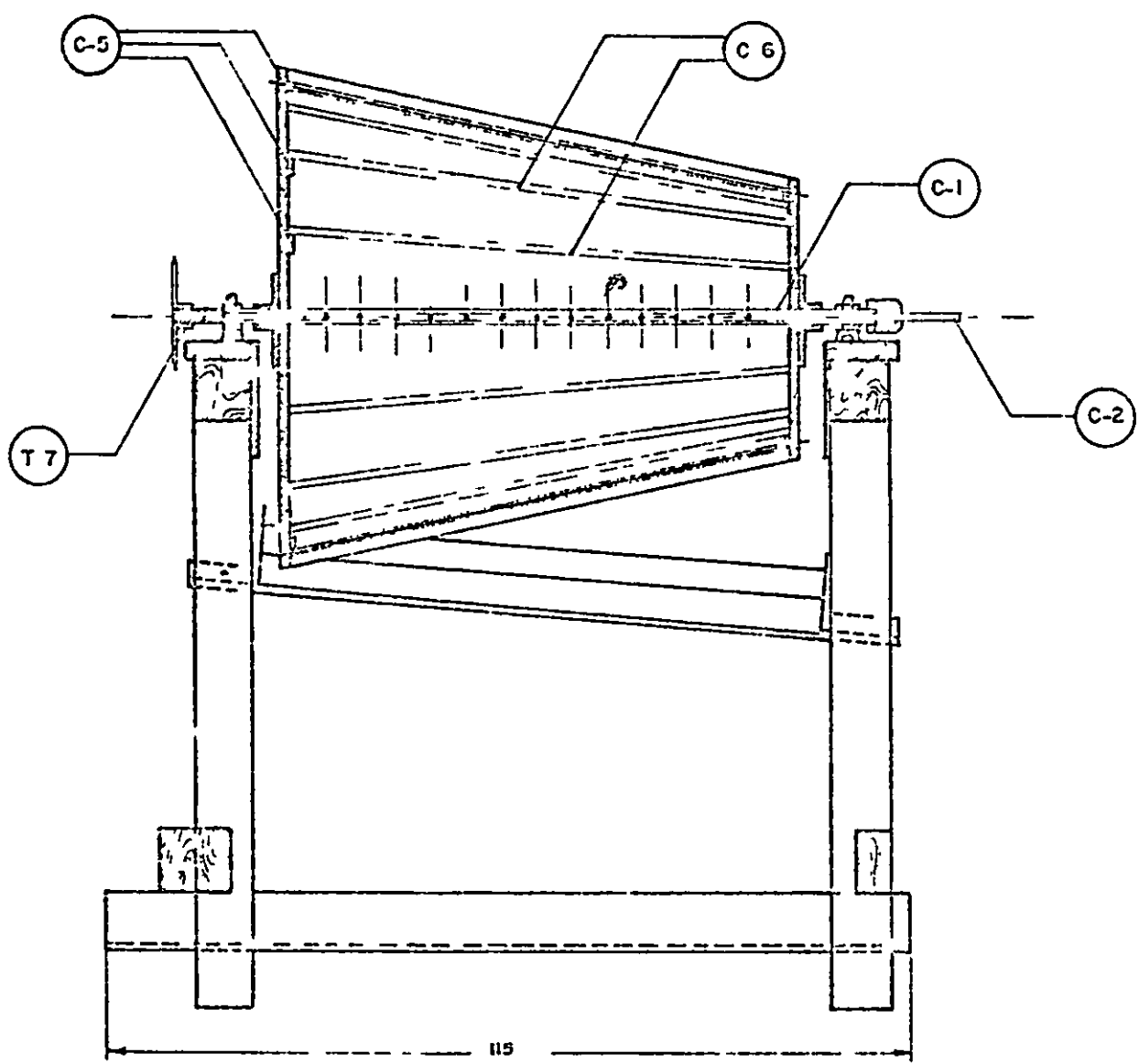
GENOMINACION
VISTAS ANTERIORES

DPTO DE MECANICA
JORGE ENRIQUE PALACIO P

E c 110



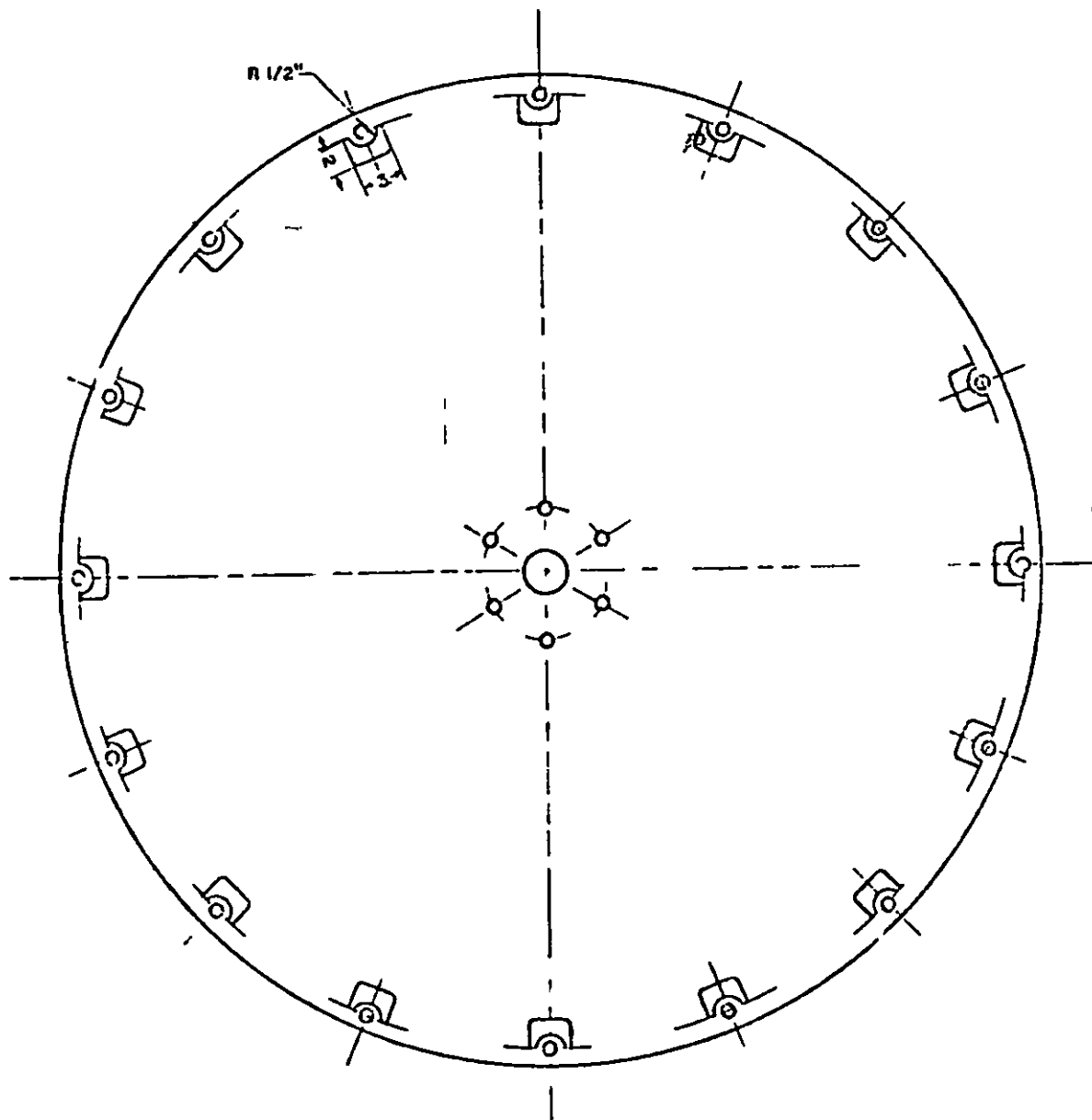
VISTA FRONTAL ANTERIOR



CORTE B-B

MEDIDAS EN CMS A MEJOS SE ESPECIFIQUE

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA	DENOMINACION VISTA HORIZONTAL Y CORTE
DEPTO DE MECANICA JORGE ERICQUE PALACIO P	1 Escala 1:10

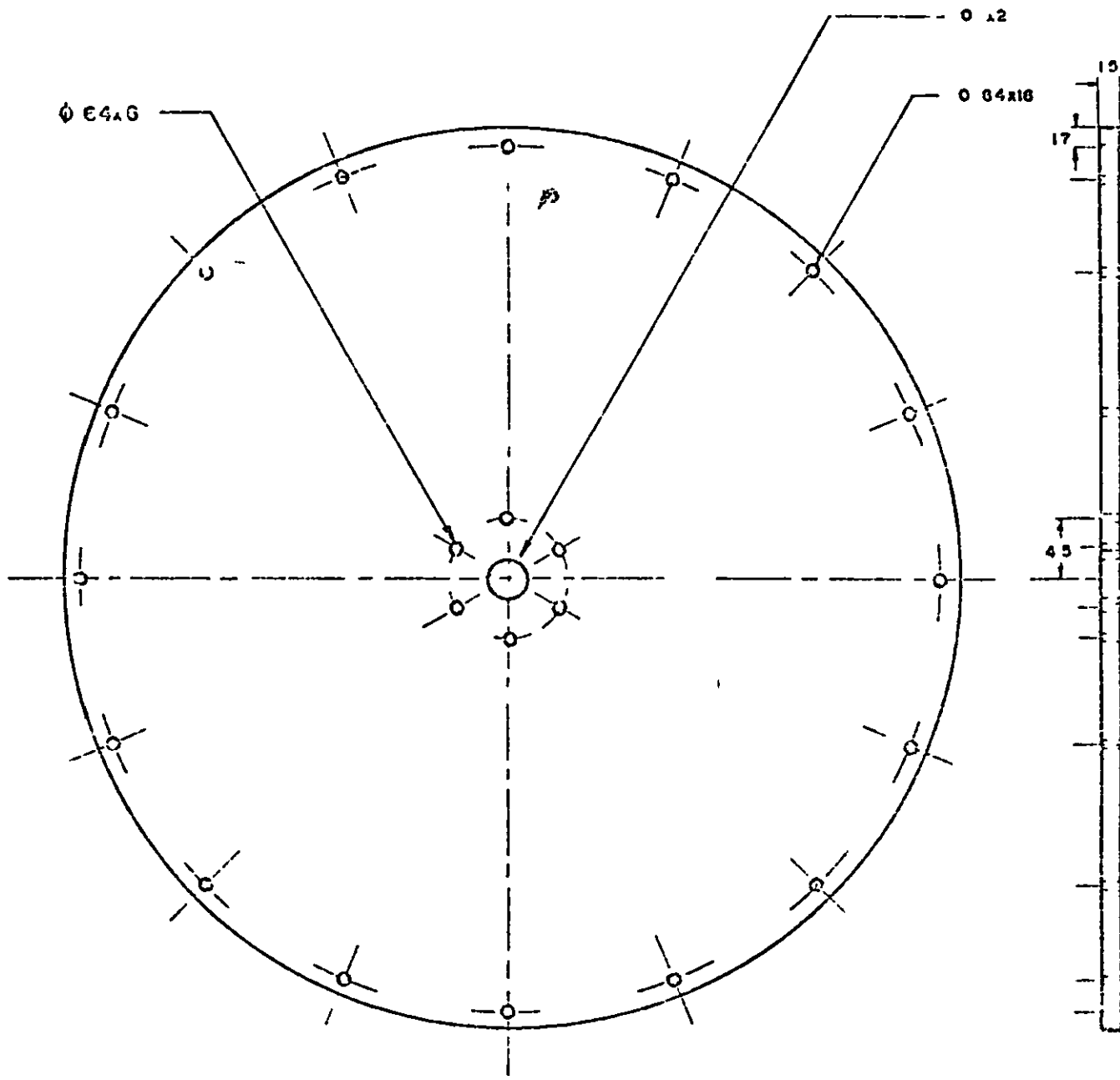


AYCR

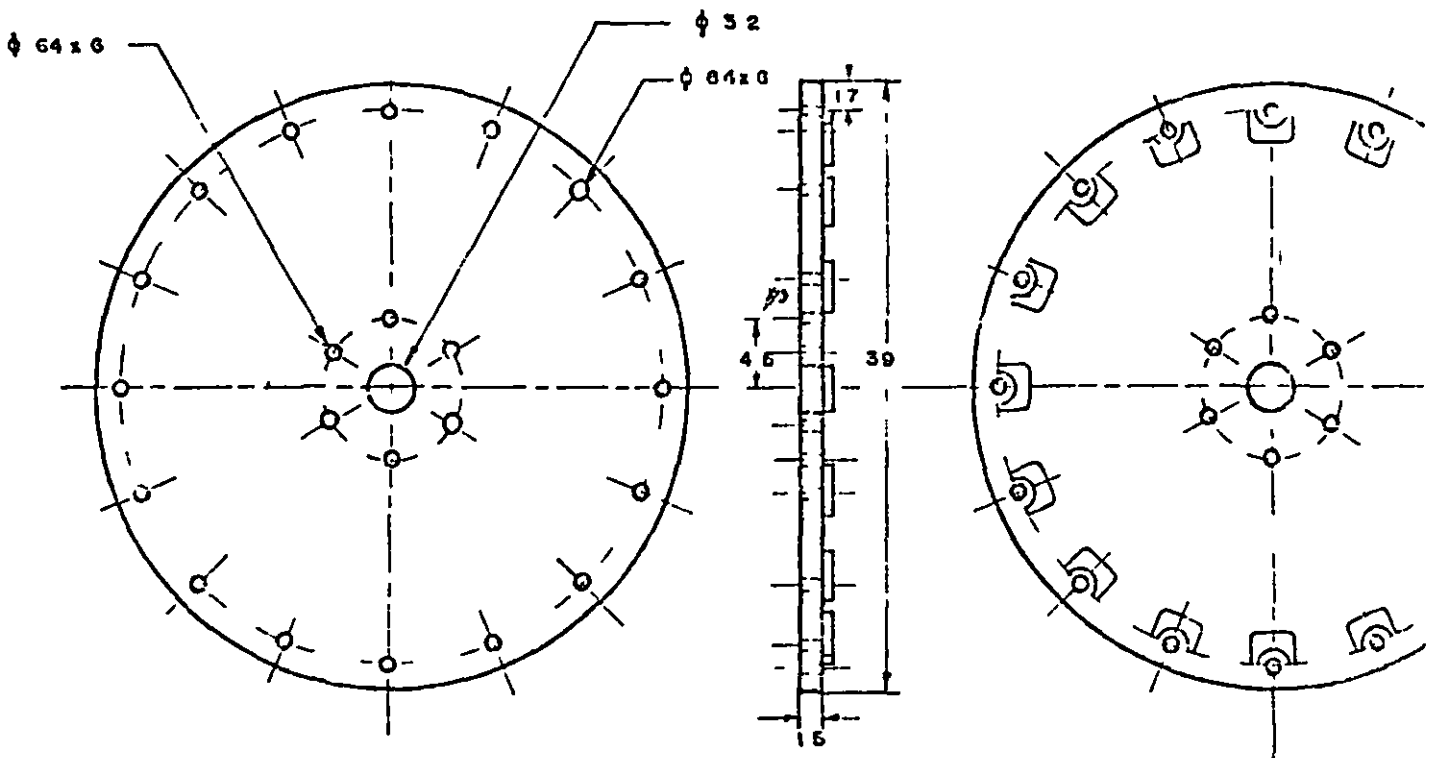
Esc 1:5

MEDIDAS EN CMS A MENOS SE ESPECIFIQUE

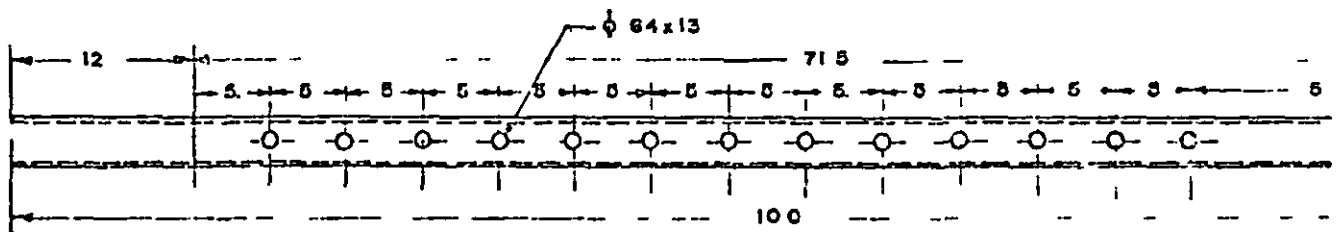
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA	DENOMINACION Plaza C-3
DEPTO DE MECANICA JORGE ENRIQUE PALACIO P	



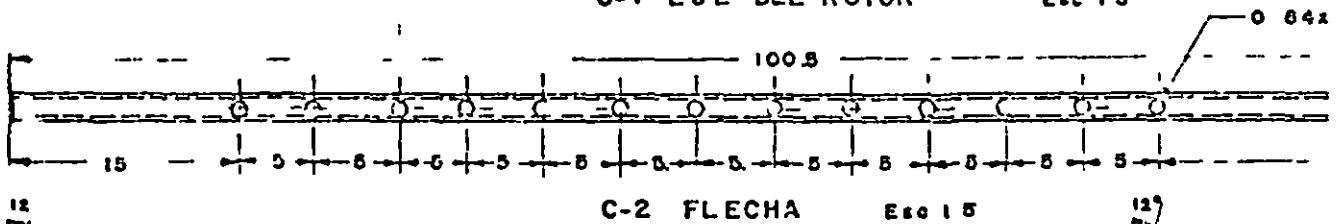
C 3 DISCO



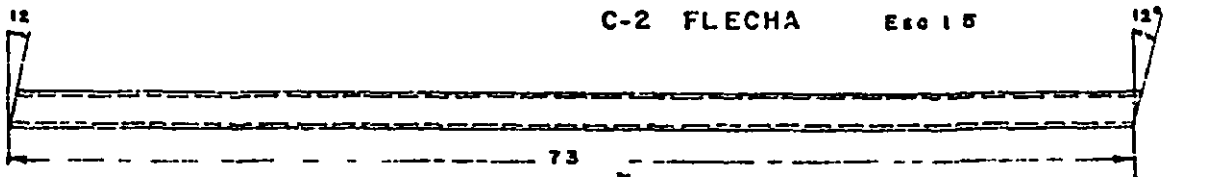
C-4 DISCO MENOR Esc 15



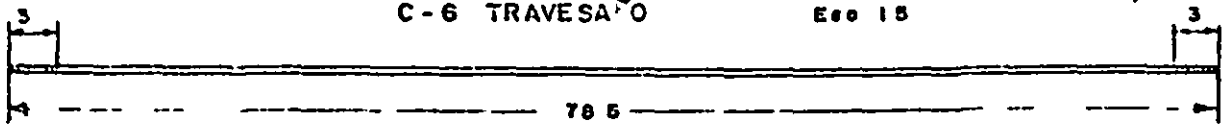
C-1 EJE DEL ROTOR Esc 15



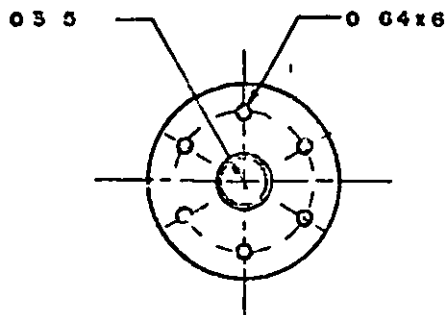
C-2 FLECHA Esc 15



C-6 TRAVESAÑO Esc 15

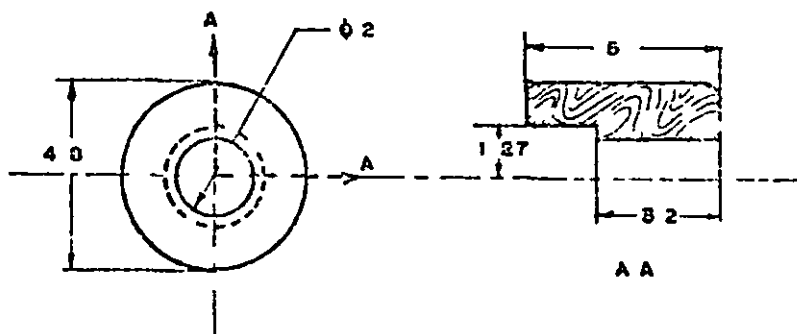
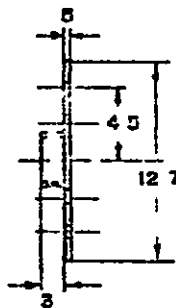


C-7 ALMA DEL TRAVESAÑO Esc 15



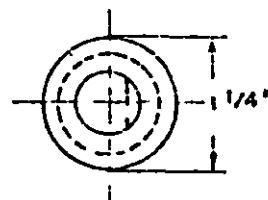
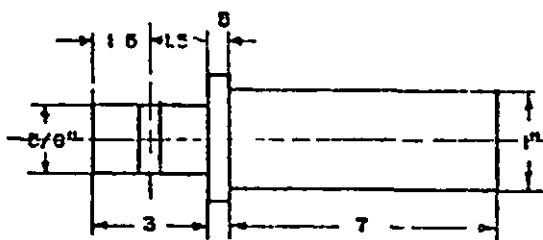
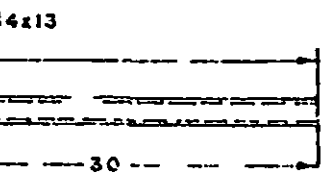
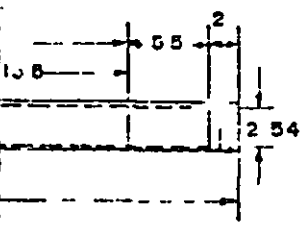
C-8 BRIDA E c i 8

β



C-12 SELLO HIDRAULICO

E c o 1 2

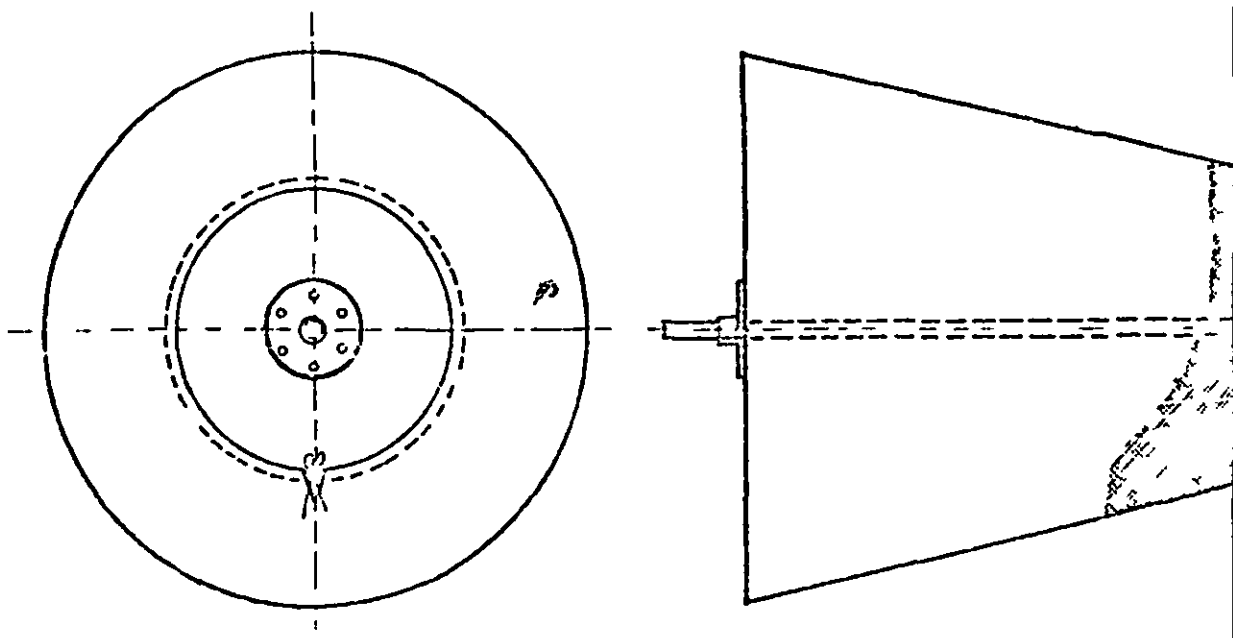


T-7 EJE DEL PLATO

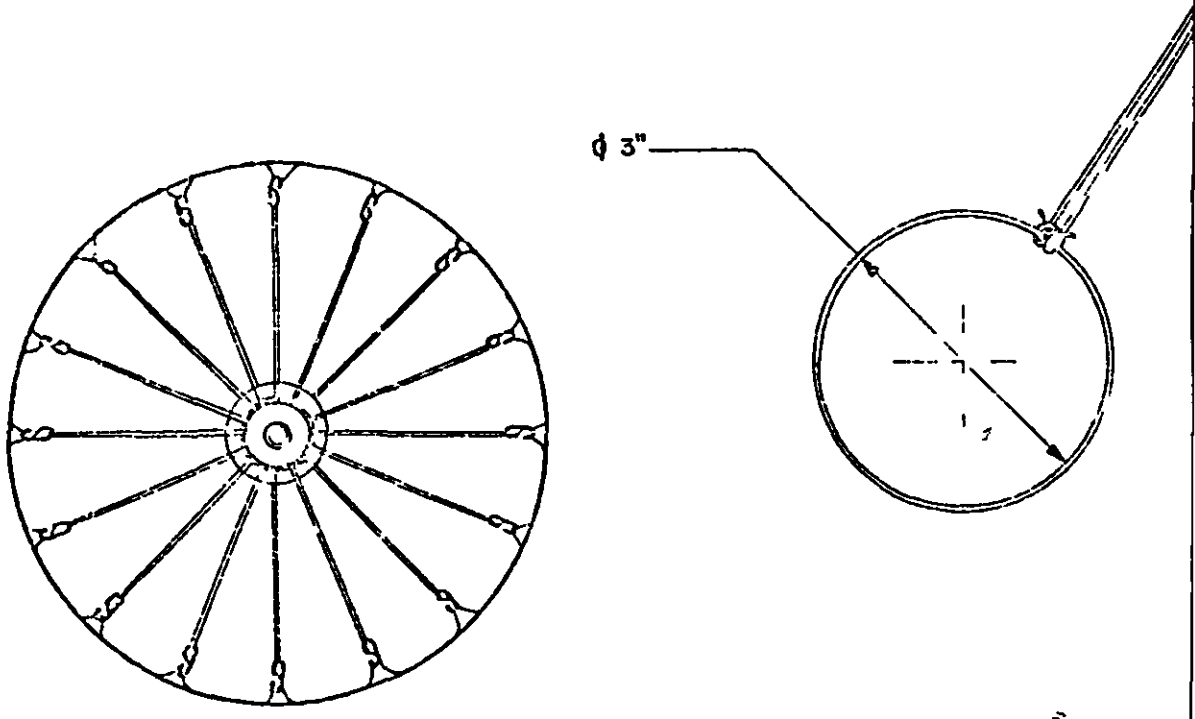
E c o 1 2

MEDIDAS EN CMS A MENOS SE ES EFICAZ

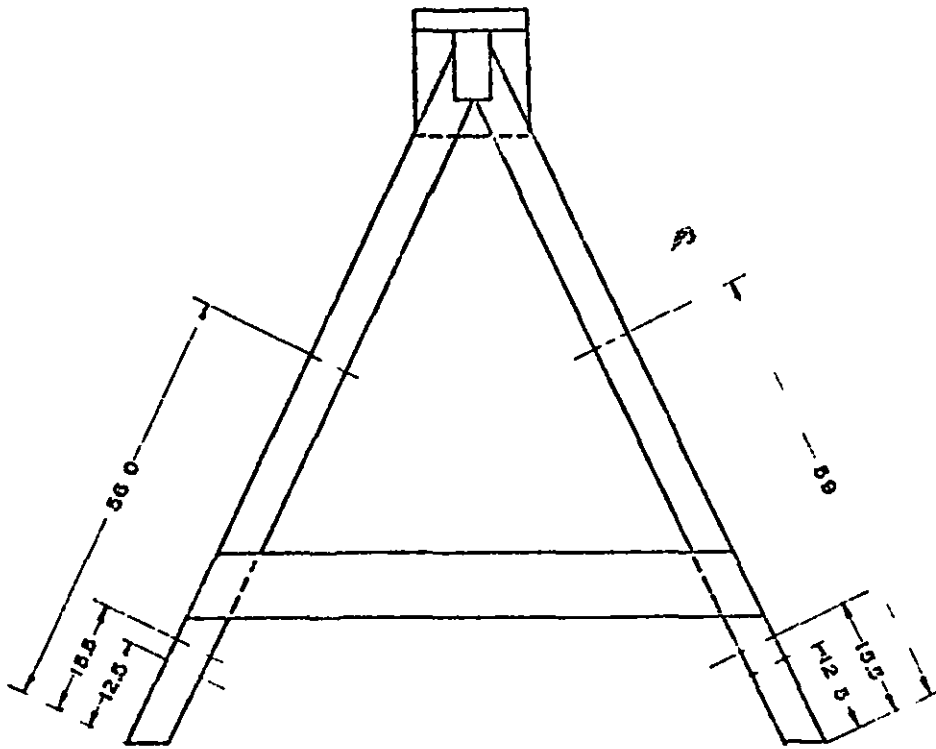
<p>UNIVERSIDAD DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA</p>	<p>DENOMINACION Piezas C-4, C-1, C-6, C-7, C-2, C-8, C-12, T-7</p>
<p>DPTO DE MECANICA JOPCE ELIOQUE PALACIO P</p>	



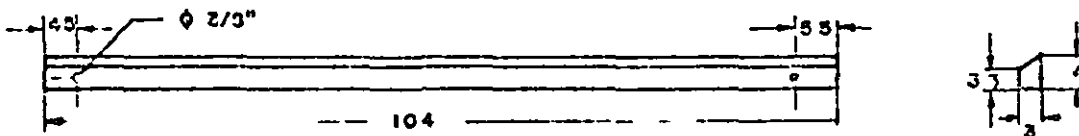
C 9 TAMIZ, EL SANDIE Esc 1:10



C-II JUEGO DE GANCHOS



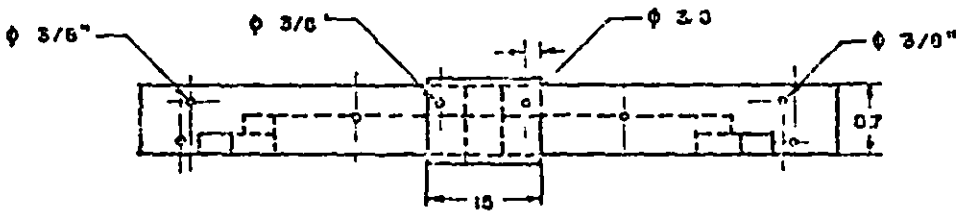
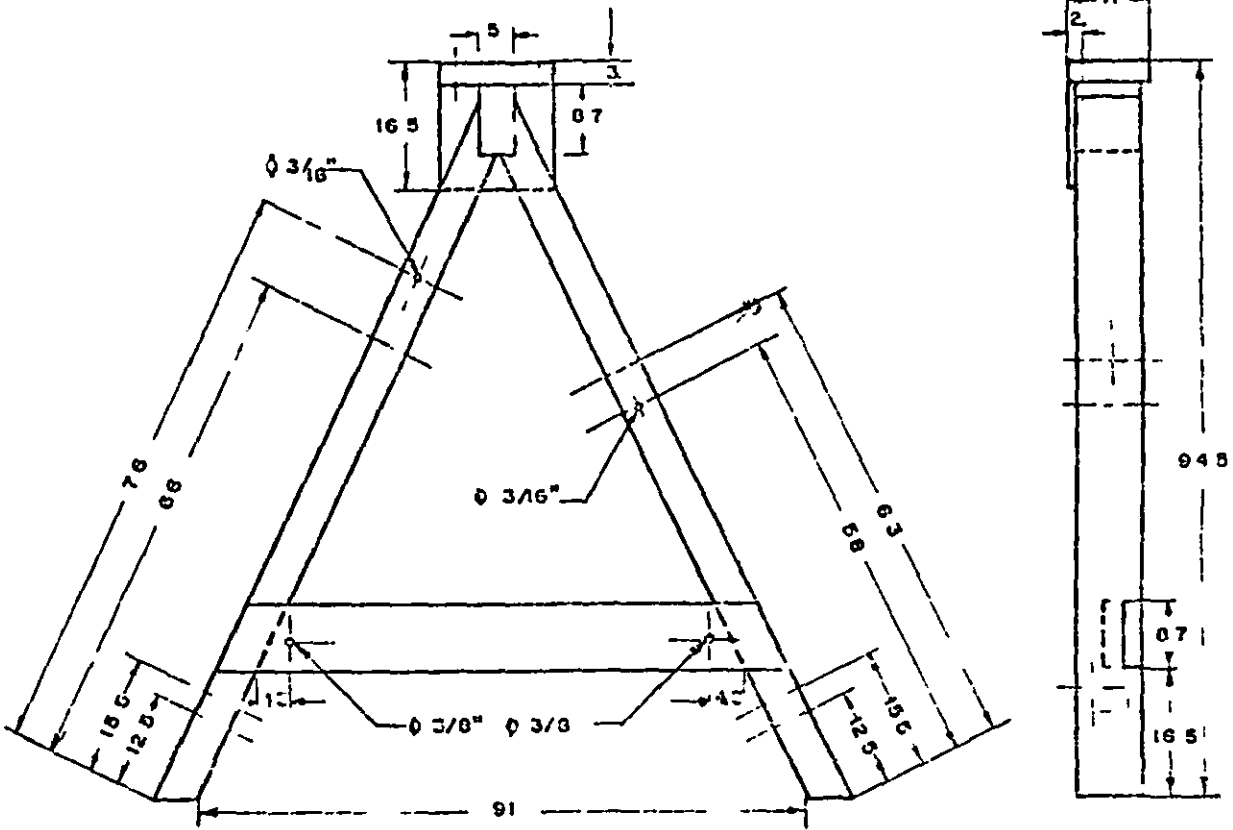
E-3 A DE APOYO



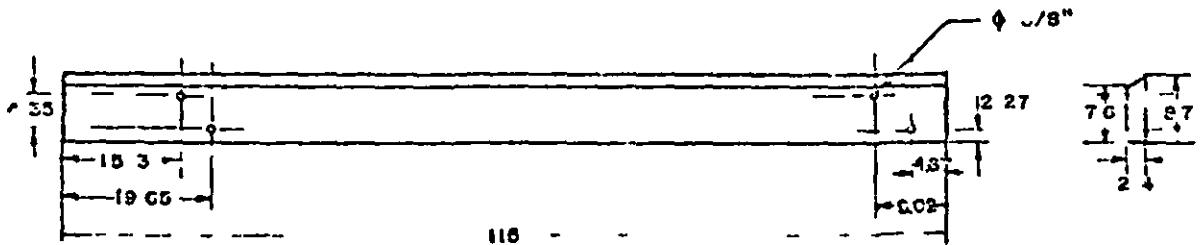
E-8 SOPORTE DE LA BANDEJA

MEDIDAS EN CMS A MENOS SE ESPECIFIQUE

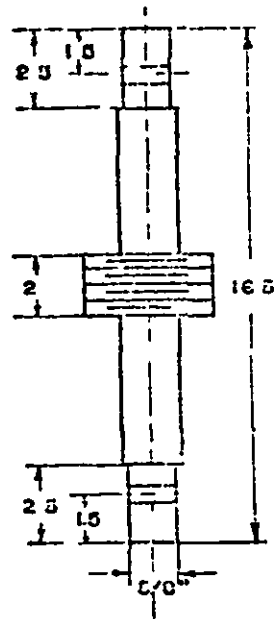
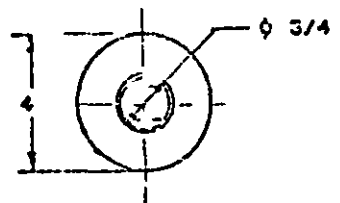
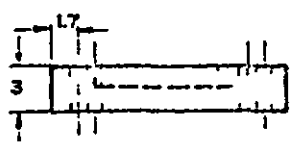
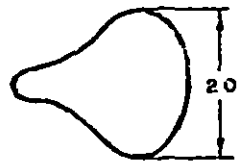
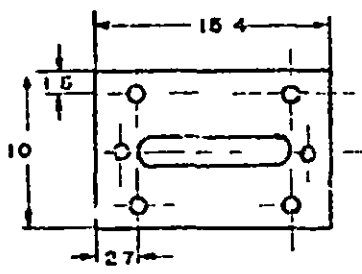
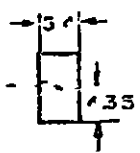
<p>UNIVERSIDAD DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA</p>	<p>DENOMINACION Piezas E-2, E-3, E-8, E-10</p>
<p>DPTO DE MECANICA CROE ENRIQUE PALACIO P</p>	<p>Eso 110</p>



E-2 A DE TRANSMISION



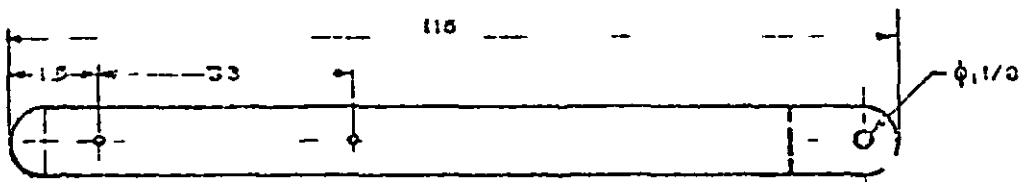
E-10 SOPORTE, BASE DE LA TRANSMISION



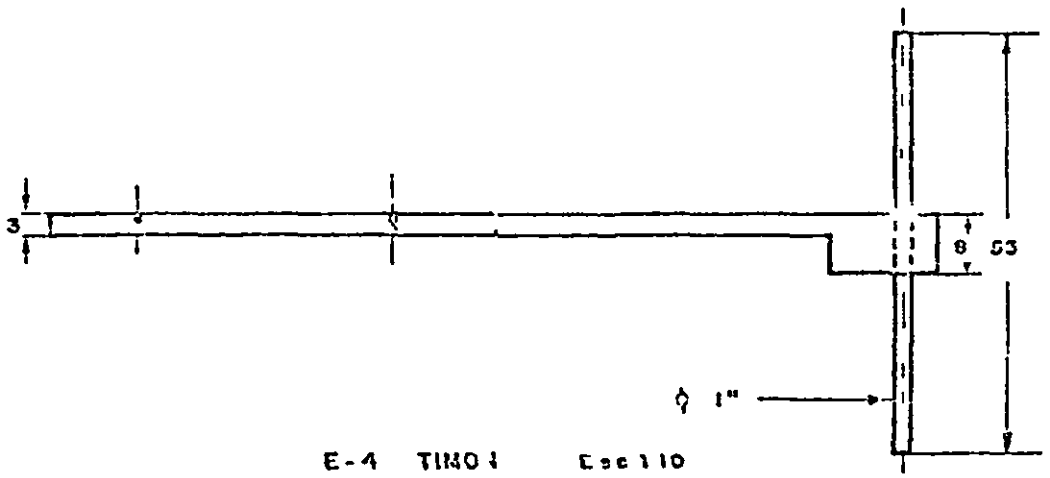
$\phi 3/8"$

E-5 EASE, PEDALES Esc 1:1

T-1 EJE, PEDALES Esc 1:2.5



$\phi 3/16"$

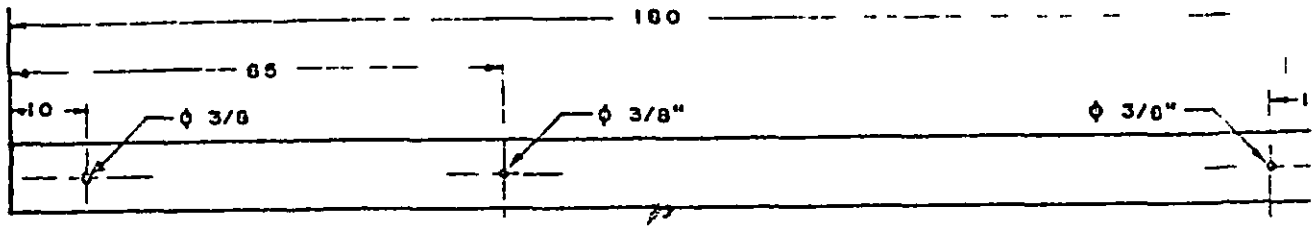


E-4 TIPO 1 Esc 1:10

MEDIDAS EN CAS A MENOS SE ESPECIFIQUE

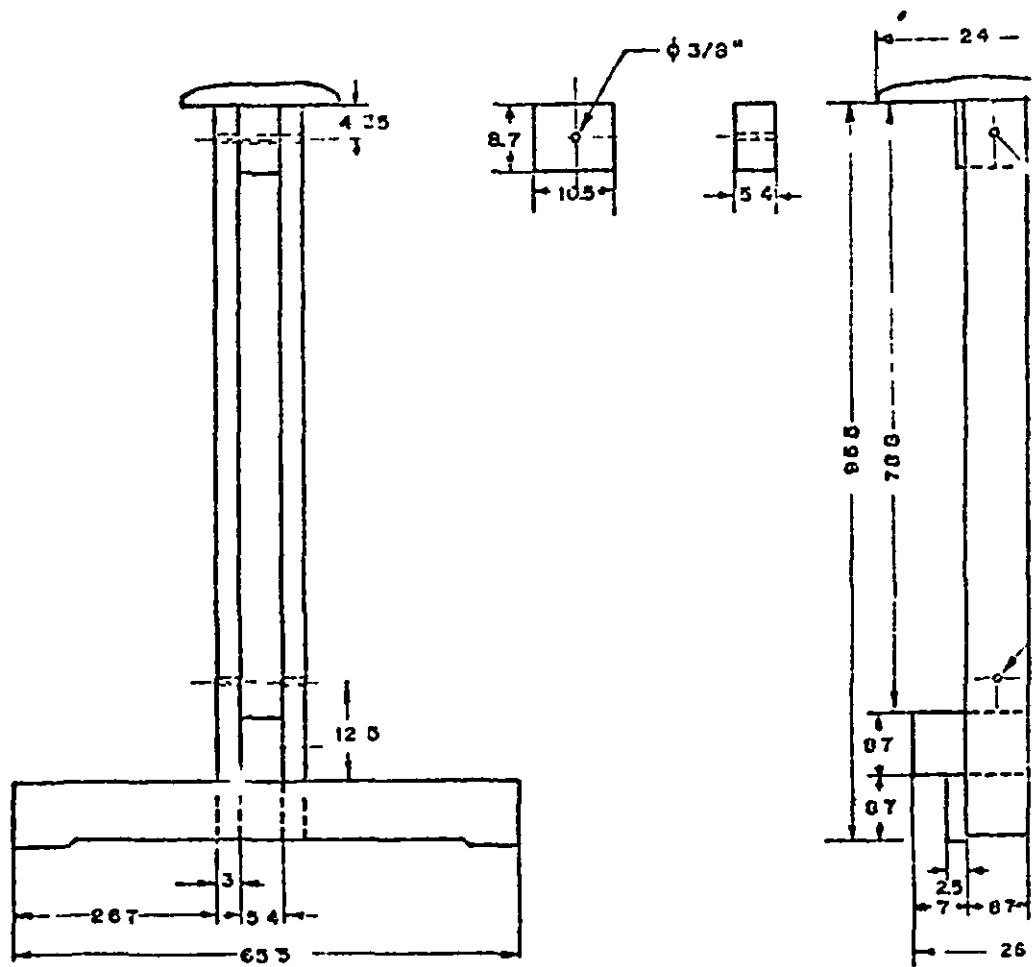
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA	DEFINICION Piezas E-4, E-5, E-6, E-7, T-1
--	--

DEPTO DE MECANICA



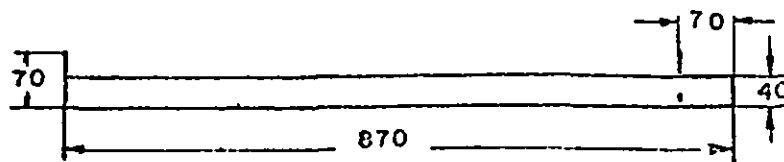
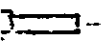
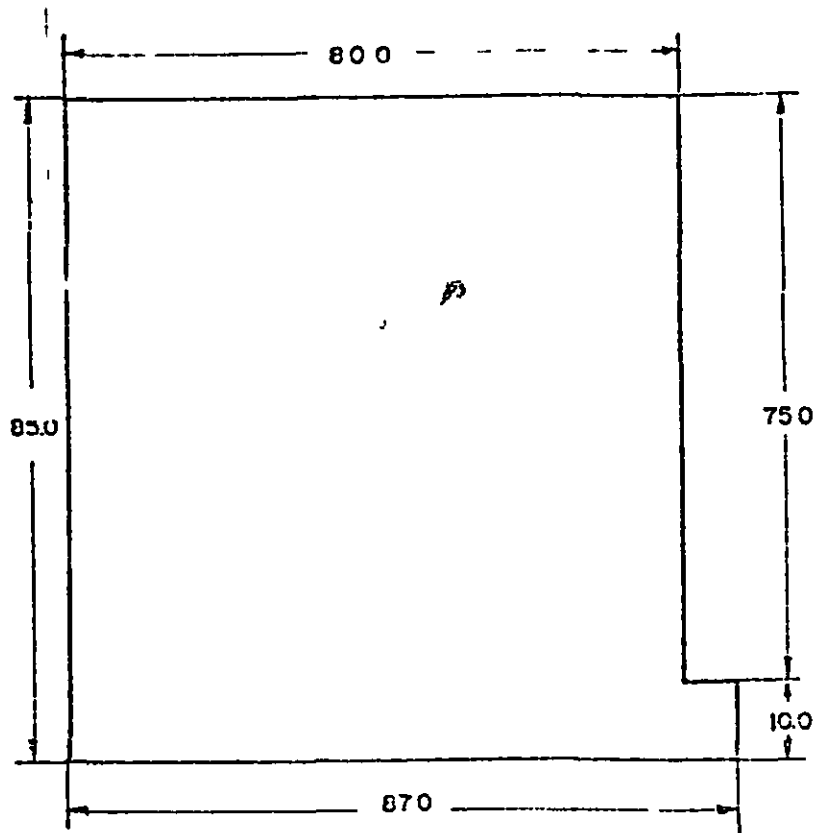
E-7 BASE DE LA TRANSMISIÓN

E s c 1 1 0



E-6 ASIENTO

E s c 1 1 0



E-9 BANDEJA

Esc 1:10

MEDIDAS EN CMS A MENOS SE ESPECIFICAN

<p>UNIVERSIDAD DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA</p>	<p>DENOMINACION Piezas C 9, Q-II, E-9</p>
<p>DPTO DE MECANICA JORGE ENRIQUE PALACIO R</p>	

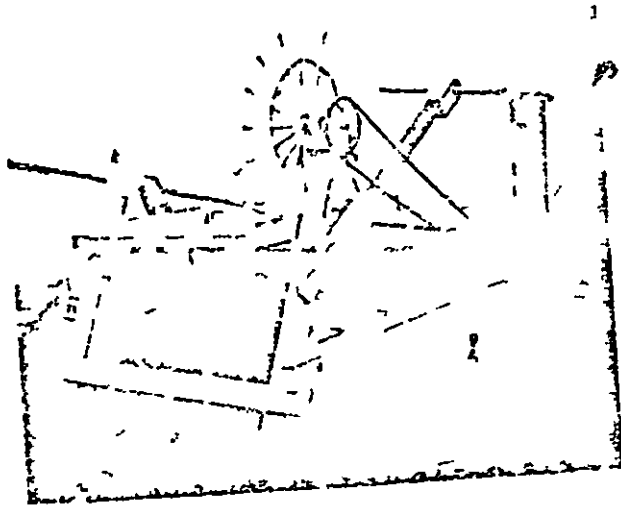


FIG 211

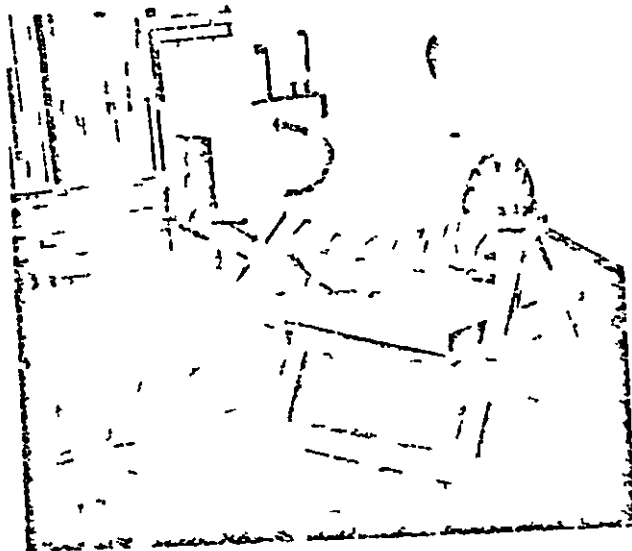


FIG 212

8 PROPUESTA DE INNOVACION PARA PRODUCIR TARRAJAS
(CHIPS)

8 1 PROPOSITO

El presente trabajo tiene por objetivo estudiar la producción de tarrajas de yuca para el consumo animal principalmente. Existen otras alternativas para el uso de las tarrajas de yuca tales como el empaque y almacenamiento, factor éste muy importante si se tiene en cuenta la cantidad de tiempo que puede durar la yuca almacenada después de su empaque en costales, en comparación con el tiempo de almacenamiento de las raíces frescas. Otra alternativa es transformar las tarrajas de yuca en otros productos alimenticios, utilizando diferentes mecanismos de procesamiento.

El propósito fundamental es hacer un análisis de costos para encontrar el precio de venta de la tonelada de yuca en forma de tarrajas, analizarlo y estudiar la posibilidad de adaptar la máquina tarrajadora de yuca al medio colombiano. Para que se pueda adaptar, su rentabilidad debe ser favorable.

8 2 PROCESO TECNOLÓGICO EN LA PRODUCCION DE TARRAJAS
DE YUCA

Este proceso tecnológico comprende las siguientes operaciones

- Recibo de las raíces frescas
- Lavado de las raíces
- Tarrajada de las raíces
- Secado de las tarrajas
- Diferentes procesos finales

8 2 1 RECIBO DE LAS RAICES FRESCAS

Estas raíces frescas llegan por diferentes medios de transporte (mulas, camiones, trenes) al lugar donde van a ser procesadas, después de terminada la cosecha. Una vez recibidas, pueden ser sometidas al procesamiento directamente, o pueden ser almacenadas por un período no muy largo de tiempo como se explicó anteriormente, para evitar su descomposición.

8 2 2 LAVADO DE LAS RAICES

Esta parte del proceso tecnológico es conveniente tenerla en cuenta, si se quiere mejorar la calidad nutricional del producto final y evitar posibles daños en la máquina como consecuencia de la tierra y las impurezas de las raíces.

La yuca fresca se puede lavar utilizando tanques de concreto o por medio de lavadoras rotacionales, en el primer caso, sólo es necesario un operario que esté removiendo las raíces para que el contacto entre ellas ayude a quitar las impurezas. En el segundo caso, los costos aumentan, lo mismo que la eficiencia en el lavado, por lo que se recomienda para lavar cantidades grandes

El lavado reducirá el contenido de bacterias durante el almacenamiento de las tarrajas y éstas serán de un color más blanco que aquellas que no fueron sometidas al proceso de lavado. No es necesario quitar la cáscara a las raíces, si los trozos de yuca van a ser utilizados en la alimentación animal.

8 2 3 TARRAJADA DE LA YUCA

Este proceso es llevado a cabo principalmente para reducir el tiempo de secado de las raíces y aumentar el tiempo de almacenamiento de la yuca, ya que de otra forma el almacenamiento no sería muy provechoso y su tiempo de duración sería muy corto, este proceso consiste básicamente en trozar o tarrajar la yuca por medio de un disco rotatorio, el cual tiene unas ranuras a las cuales van sujetas unas cuchillas que son las que realizan el corte (ver figura 8 2 3/1). Es conveniente que el flujo de raíces en la tolva alimentadora sea constante y uniforme mientras esté funcionando la máquina, para

que el tamaño de las tarrajas también sea uniforme. Este tamaño es dependiente de la posición de las raíces en el tiempo de corte, si son mantenidas en posición horizontal, los trozos serán más parejos.

La capacidad de la máquina tarrajadora se puede incrementar aumentando la presión de las raíces contra el disco rotatorio portacuchillas, ya sea manteniendo una cierta cantidad de yuca por encima del nivel normal en la tolva o por otro medio, esto tiene como consecuencia una disminución en el tamaño de los trozos y por consiguiente un aumento en la energía utilizada por la máquina. Ciertas investigaciones realizadas en el Sureste de Asia muestran que la yuca se debe cortar en tarrajas rectangulares de $0,008 \times 0,0008 \times 0,05$ m /4/, para optimizar el secado natural, aunque el CIAT recomienda tarrajas iguales de $0,01 \times 0,01 \times 0,05$ m /5/, para reducir al mínimo el tiempo de secamiento.

8 2 4 SECADO DE LAS TARRAJAS

La finalidad de este proceso es evitar problemas en el almacenamiento, y su rendimiento depende de los siguientes factores:

- La forma y tamaño de las tarrajas. Mientras más delgadas y uniformes sean las tarrajas, mejor es la circulación del aire a través de ellas y menor es el tiempo de secado.

- Contenido de humedad de la yuca Como la yuca fresca tiene un contenido de humedad alto (aproximadamente entre 60% y 70%), es conveniente analizar los diferentes métodos de secado También es recomendable llevar a cabo una selección de las variedades de yuca más seca, para que la cantidad final de producto seco se incremente

El contenido de humedad óptimo para el almacenamiento, debe ser menor o igual al 14% /5/ A medida que el contenido de humedad disminuye, el peso también baja considerablemente

En sí, el contenido de humedad es el factor más importante y depende primordialmente de la eficiencia en el secado En el cuadro 8 2 4/1, según /5/, se pueden apreciar las variaciones en el rendimiento de la yuca para diferentes contenidos de humedad inicial

Otra razón de mucha importancia para justificar el secado de las tarrajas es que éstas como tales no son utilizadas en la actualidad, ni para comida animal ni tampoco para comida humana, sino que primero deben ser sometidas a un proceso de secado (reducción de humedad), para luego sí ser consumidas o almacenadas o nuevamente procesadas (pellets, harina)

8 2 4 1 SECADO DE LAS TARRAJAS SOBRE CEMENTO

Este sistema, como todos los otros métodos naturales de secado, utiliza el sol y el viento en su proceso de secamiento

Consiste básicamente en esparcir las tarrajas sobre superficies de cemento, uniformemente, cuidando de voltearlas constantemente sobre todo en el comienzo del secado, para que la pérdida de humedad sea más rápida /5/ La cantidad de yuca esparcida sobre las superficies de cemento varía de acuerdo a las condiciones climáticas de cada país /6/, al terminado de los pisos de cemento y a la calidad que se le quiere dar al producto final, ya que ésta depende del tiempo de secado y de la densidad de yuca esparcida El terminado de las superficies es un parámetro importante, debido a que los trozos absorberán totalmente la luz solar si aquel es uniforme /5/, evitando que el polvo de la yuca se incruste en las ranuras La tasa de secado depende del área de la superficie de secado de los trozos, de la remoción del aire saturado de la superficie y de la densidad de trozos esparcidos sobre la superficie /4/

Existe un método que está dando muy buenos resultados en lo que a eficiencia de secado se refiere, y es el de pintar de negro la superficie de cemento para darle mayor capacidad de absorción de los rayos del sol a la superficie y así disminuir la transmisividad y reflexión de los mismos

En Palmira (Colombia), el CIAT recomienda una densidad de trozos de yuca de 5-7 kg/m² /5/ En Tailandia, la yuca es esparcida sobre la superficie de concreto en una densidad de 6 1 kg/m², secándose en 3 días soleados En Malasia, los trozos son esparcidos en 3 7 kg/m² y secados en 1,5 días /4/ Las densidades de tarrajas de yuca esparcidas pueden ser aumentadas, pero el tiempo requerido para el secamiento se incrementará y por consiguiente sería necesario realizar el volteo de los trozos con más frecuencia para poder aprovechar el efecto de la superficie negra

Hay varios inconvenientes que se presentan al utilizar este método de secado, entre los cuales el más importante es que las condiciones climáticas deben ser favorables (poca lluvia, buena radiación solar), porque de lo contrario los costos se incrementarán y la eficiencia en el secamiento y la calidad del producto final se disminuyen Antes de que llueva, las tarrajas se deben recoger, amontonar y cubrir para evitar el contacto con el agua, bien sea de día o de noche, en la mañana las tarrajas deben ser esparcidas de nuevo

8 2 4 2 SECADO DE LAS TARRAJAS EN BANDEJAS

Este método es más eficiente que el anterior y su importancia radica en el aprovechamiento de la velocidad del viento y en la circulación mejorada del aire sobre los trozos, este último factor es más importante que la temperatura y la humedad del aire en las etapas iniciales de secamiento

Este sistema de secado consiste en esparcir las tarrajas en bandejas inclinadas sobre dos hileras de postes y travesaños, a un ángulo entre 25° y 30° . Este ángulo normalmente asegura que las tarrajas no caigan, aunque a velocidades muy grandes del viento el ángulo se debe disminuir para evitar que las tarrajas se desplomen a medida que pierdan humedad. Estas bandejas tienen marco de madera y base de malla de gallinero y anejo plástico

El cuadro 8 2 4 2/1 presenta la cantidad de trozos de yuca fresca para bandejas, según /5/

ROA, en 1974, comprobó que en 3 días de secado se requieren las siguientes densidades de tarrajas de yuca: $5-13 \text{ kg/m}^2$ en concreto, $20-30 \text{ kg/m}^2$ para bandejas horizontales y $30-40 \text{ kg/m}^2$ para bandejas colocadas verticalmente /4/

Lavigne, en 1966 en Madagascar, determinó que 70 horas de sol eran necesarias para secar las tarrajas de yuca sobre bandejas

horizontales levantadas 40 cm de la tierra /4/

Por lo general las tarrajas de yuca no se deben voltear en las bandejas, ya que el viento se encarga de mejorar la rata de secado

Se ha comprobado, en experimentos realizados en el CIAT en Palmira, que en las etapas ^{iniciales} de secamiento de los trozos, es decir, donde se pierde mayor contenido de humedad, el viento debe ser aprovechado al máximo hasta en las horas de la noche, sobre todo en regiones donde llueve poco y el viento es fuerte, para disminuir el tiempo de secado. Cuando las tarrajas han llegado a un contenido de humedad del 30% aproximadamente, el proceso de secado es lento y por lo tanto se debe aprovechar mejor la energía del sol que la del viento

En caso de lluvia, se colocan las bandejas unas sobre otras y la última se cubre con plástico, para evitar pérdidas de tiempo en el secado

Sintetizando, las ventajas principales de utilizar el secado en bandejas en vez del secado en superficies de cemento son

- En bandejas se utiliza mejor la energía del viento, aprovechando también la radiación solar
- El tiempo de secado es más corto en bandejas que en superficies de cemento

- En el secado en bandejas no hay necesidad de voltear los trozos de yuca
- Las densidades de tarrajas de yuca sobre superficies de cemento son menores en comparación con las densidades en bandejas

Existe otro método de secado que²³ utiliza calor artificial, el cual tiene ventajas y desventajas en relación con el de secado natural y que serán consideradas a continuación. En el secado artificial se requiere menos espacio, menos mano de obra, hay mayor control de calidad y su operación es independiente de las condiciones climáticas, pero sus costos aumentan en comparación a los costos del secado natural. El principal costo del secado al sol es la mano de obra, mientras que en el secado artificial surgen otros, tales como el de la gasolina y el costo de mantenimiento de la máquina secadora. Por esta razón, la economía del secado artificial radica en la eficiencia del calor de secado, la cual es determinada por el nivel de temperatura del vapor.

8 2 5 DIFERENTES PROCESOS FINALES

Una vez las tarrajas de yuca estén aceptablemente secas, es decir, hayan alcanzado un contenido de humedad del 15% aproximadamente, se puede llevar a cabo cualquiera de los siguientes procesos: empaque y almacenamiento, producción de pellets de yuca, algu-

nos otros como la producción de harina por medio de un molino de martillo o simplemente utilizarlas para consumo de animales sin necesidad de sufrir un proceso de almacenamiento

8 2 5 1 EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO

↗

El proceso de empaque se lleva a cabo en costales que tengan un tejido muy tupido para reducir más tarde las pérdidas de almacenamiento, ya que la yuca seca se desmorona fácilmente. Las tarrajas de yuca están en condiciones de ser almacenadas cuando se tornan quebradizas al manipularlas y su sección transversal es de color blanco opaco. Los costales contienen cerca de 70-80 kg cada uno y son llevados a un galpón de almacenamiento, el cual tiene un cierto contenido de humedad que puede facilitar el ataque de insectos dañinos, por lo que se hace necesario llevar a cabo una fumigación, pero con mucho cuidado para no perjudicar el producto.

Un largo tiempo de almacenamiento requiere control en la temperatura del galpón, en la formación de bacterias y moho, y en el grado de absorción de humedad de las tarrajas.

No se puede precisar con exactitud el tiempo de almacenamiento de las tarrajas de yuca secas por los factores anotados anteriormente, pero sí se puede decir que varía desde semanas a meses.

8 2 5 2 PRODUCCION DE PELLETS DE YUCA

Si bien esta industria en Colombia no se ha desarrollado, existen otros países como Tailandia e Indonesia que sí procesan la yuca en forma de pelotillas, o pastillas, después de que los trozos están secos. Los trozos a veces son guardados por un largo período de tiempo en las plantas peletizadoras antes de ser transformados en pelotillas. Estas son producidas a partir de las tarrajas secas por molienda, forjándolas dentro de una cavidad cilíndrica, su tamaño no alcanza 1 cm de diámetro. El proceso básicamente se semeja a una operación de moldeado plástico del tipo de extrusión, varios componentes alimenticios, tales como azúcar, ácidos, proteínas y minerales se condicionan, por adición de calor y agua, para luego ser comprimidos, formando una masa densa que toma la forma de la cavidad en la cual está comprimida, hecho esto las pelotillas adquieren un valor alimenticio, ya que el calor y la humedad son retirados /2/

Mientras más limpios sean los trozos, es decir, si las raíces frescas han sido limpiadas y lavadas, mejor será la calidad de las pelotillas

8 3 ANALISIS DE LA MAQUINA

8 3 1 CALCULOS

8 3 1 1 VELOCIDAD (R P M)

Dado que el disco portacuchillas va a tener 4 cuchillas a 90° y suponiendo que para cada $1/4$ de ciclo del disco la yuca debe avanzar $0,01$ m dentro de la tolva que alimenta la yuca, se tiene

$$\theta = \omega t \quad (7)$$

donde θ = desplazamiento angular = $1/4$ ciclo

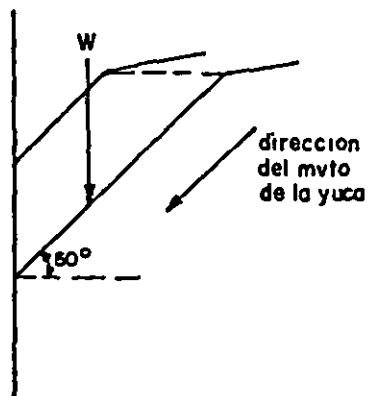
ω = velocidad angular

t = tiempo necesario para que el disco gire $1/4$ ciclo

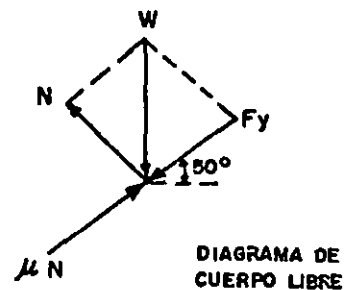
$$t = \frac{\theta}{\omega} = \frac{1/4}{\text{RPM}/60} = \frac{15 \text{ seg}}{\text{RPM}} \quad \text{Ec } 8 \ 3 \ 1 \ 1/1$$

Otro tiempo que hay que considerar también es el tiempo que se requiere para que la yuca resbale por la tolva alimentadora, este tiempo es una función de las fuerzas que actúan sobre la yuca y que le imprimen una aceleración, para lo cual hay que considerar el siguiente análisis de fuerzas

Se establece una inclinación recomendada de la tolva de 50° /8/



⇒



$$\Sigma F = m a \quad // /$$

$$\Sigma F = F_y - \mu N = m a$$

pero

$$N - W \cos 50^\circ = 0$$

$$N = W \cos 50^\circ$$

La fuerza F_y sólomente es producida por la componente del peso en esa dirección, así

$$F_y = W \text{ Sen } 50^\circ$$

El peso específico de la yuca, según ensayos que se han hecho, es aproximadamente de 1100 kg/m^3

Para un volumen de yuca dentro de la tolva de $0,03 \text{ m}^3$, se tiene

$$\text{Peso específico} = \frac{w}{V}$$

$$w = \text{Peso específico} \times V = 1100 \text{ kg/m}^3 \times 0,03 = 33 \text{ kg}$$

$$F_y = W \operatorname{Sen} 50^\circ = 33 \operatorname{Sen} 50^\circ = 25,27 \text{ kg}$$

$$N = W \cos 50^\circ = 33 \operatorname{Cos} 50^\circ = 21,22 \text{ Kg}$$

Suponiendo un coeficiente de fricción $\mu = 0,3$

$$\Sigma F = F_y - \mu N = 25,27 - 0,3 \times 21,22 = 18,904 \text{ Kg}$$

$$m = \frac{w}{g} = \frac{33}{9,81} = 3,36 \text{ Kg -seg}^2/\text{m}$$

Pero como $\Sigma F = m a$

$$a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{18,904}{3,36} = 5,62 \text{ m/seg}^2$$

Como el movimiento realizado por la yuca en la tolva es uniformemente acelerado, es decir la aceleración es constante, hay que hacer el siguiente análisis

$$\frac{dv}{dt} = a = \text{constante}$$

Integrando se tiene

$$\int_{v_1}^v dv = a \int_0^t dt \quad \begin{aligned} v - v_1 &= at \\ v &= v_1 + at \end{aligned}$$

Pero $\frac{ds}{dt} = v$

Integrando $\int_{s_1}^{s_2} ds = \int_0^t (v_1 + at) dt \quad //$

$$s_2 - s_1 = v_1 t + 1/2 at^2$$

$$s_2 = s_1 + v_1 t + 1/2 at^2$$

En este caso $s_1 = 0$ y $v_1 = 0$

por lo tanto queda $s_2 = 1/2 at^2 = s$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

donde $s = 0,01$ mts

$$a = 5,62 \text{ mt/seg}^2$$

reemplazando

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 0,01}{5,62}} = 0,0596 \text{ seg}$$

Sustituyendo este valor en la ecuación $RPM = \frac{1}{t}$

$$t = \frac{15}{RPM} = 0,0596$$

$$\text{donde } RPM = \frac{15}{0,0596} = \underline{252}$$

Esta velocidad se consideraría real si no hubiera presión sobre la yuca, ni desfaseamiento en las cuchillas. Considerando un desfaseamiento entre las cuchillas, la velocidad aumentaría hasta 275-525 RPM incrementando la producción de yuca tarrajada. Se toma para efectos de cálculos una velocidad de 500 RPM.

8 3 2 POLEAS

Conociendo la velocidad del motor, de 1 750 RPM, el diámetro de la polea del motor, de 0,127 m, y la velocidad requerida de la polea superior, que es la misma del disco portacuchillas, de 500 RPM, se tiene que el diámetro de la polea superior es

$$\frac{D}{d} = \frac{n_2}{n_1} \quad D = \frac{n_2}{n_1} \times d \quad /9/$$

donde n_2 = Velocidad del motor

n_1 = Velocidad de la polea superior

d = Diámetro de la polea del motor

D = Diámetro de la polea superior

$$D = \frac{1\ 750}{500} \times 0,127 = 0,4445 \approx 0,445 \text{ m}$$

Es conveniente buscar un diámetro comercial, ojalá un poco menor, para que la velocidad de la polea superior sea mayor de 500, y ésta se vea reducida luego, cuando se trabaja a plena carga por efectos de la fricción

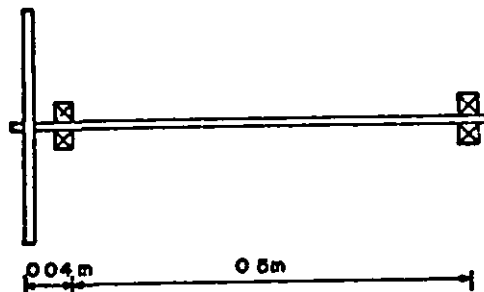
8 3 3 POTENCIA DEL MOTOR

Para calcular la potencia del motor es necesario considerar ciertos factores de diseño, como son

- Diámetro y área de la yuca
- Fuerza y esfuerzo de corte estático
- Area de la tolva alimentadora
- El par torsor estático
- La potencia estática
- La potencia dinámica

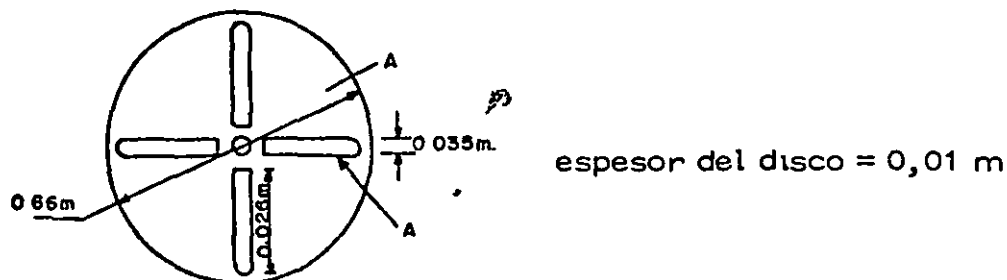
Considerando todos estos factores se selecciona un motor a gasolina de 3 H P (dato del CIAT)

8 3 4 RODAMIENTOS



Es necesario hallar las reacciones en los puntos 1 y 2, es decir, los puntos donde el eje va a estar soportado por rodamientos, y también hallar la reacción en el disco portacuchillas, si bien este punto va a tener un prisionero con cavidad hexagonal en lugar de un rodamiento

La reacción en el disco portacuchillas es debida al peso sóloamente, por lo cual hay que calcular el área de dicho disco, y conocer la densidad del material (acero)



espesor del disco = 0,01 m

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 0,66^2}{4} = 0,3421 \text{ m}^2$$

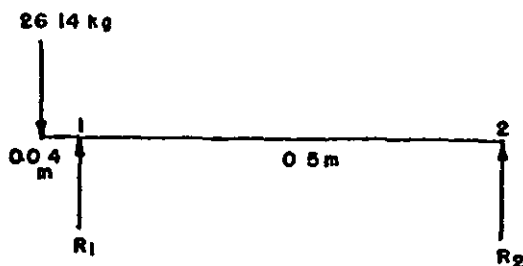
$$A' = 0,26 \times 0,035 = 9,1 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\text{Area neta} = 0,3421 - 0,0091 = 0,333 \text{ m}^2$$

Peso específico del acero 7850 kg/m^3

w = peso del disco portacuchillas

$$w = 7850 \times 0,333 \times 0,01 = 26,14 \text{ kg}$$



Haciendo sumatoria de momentos en 2 igual a cero

$$\sum M_2 = 0$$

$$- 26,14 \times 54 + R_1 \times 50 = 0$$

$$R_1 = \frac{26,14 \times 54}{50} = 28,23 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$- 26,14 + 28,23 + R_2 = 0$$

$$R_2 = 26,14 - 28,23 = -2,09 \text{ kg}$$

Por lo tanto el eje quedará



Para el rodamiento 1 se tiene

$$F_r = 28,23$$

$$F_a = 0$$

La carga dinámica equivalente será

$$P = x F_r + Y F_a, \text{ pero } F_a = 0 \quad /10/$$

$$P = x F_r \quad x = \text{factor radial} = 1$$

Luego $P = Fr = 28,23 \text{ kg} = 28,23 \text{ kg} \times 9,8 = 276,65 \text{ Newton}$

Para una vida recomendada L_{10H} de 16 000 horas, y conociendo

$n = 500 \text{ R P M}$, $P = 276,65 \text{ New}$ $p = 3$ se tiene

$$L_{10H} = \frac{1\,000\,000}{60\,n} \left(\frac{c}{P} \right)^p \quad (10)$$

$$\frac{(16\,000 \times 60 \times 500)}{1\,000\,000}^{1/3} = \frac{c}{P} = 7,82973$$

$$c = 276,65 \times 7,82973 = 2166 \text{ Newton}$$

Determinando el diámetro del eje en 0,025 m , se selecciona del catálogo de la SKF un soporte de pie con rodamiento, cuya designación para la unidad completa es S Y 25 F J

- Designación para el soporte S Y 505
- Designación para el rodamiento Y 238205 BD 2 L S

Para el rodamiento 2 se tiene

$$Fr = 2,09 \text{ kg}$$

$$Fa = 0$$

$$X = 1$$

$$P = Fr = 2,09 \text{ kg} = 2,09 \times 9,8 = 20,482 \text{ Newton}$$

Teniendo en cuenta la misma vida recomendada de 16 000 horas,

$n = 500 \text{ R P M}$ $P = 20,482 \text{ N}$ $p = 3$ se tiene

$$\frac{c}{P} = 7,82973$$

$$c = 7,82973 \times 20,482 = 160,368 \text{ New}$$

Del catálogo general de la SKF se obtiene el mismo rodamiento (rodamiento I), aunque la capacidad de carga es muy inferior

8 3 2 CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA TARRAJADORA DE YUCA /B/

- Revoluciones por minuto del disco portacuchillas	500
- Diámetro disco portacuchillas	0 66 m
- Potencia del motor	3 H P
- Espesor del disco portacuchillas	0 01 m
- Número de cuchillas	4
- Material del disco	acero trabajado en caliente
- Material de las cuchillas	acero inoxidable
- Material de la tolva	acero suave galvanizado
- Diámetro eje del disco	0 025 m
- Tipo de rodamiento	SKF/SY 2 SF J
- Altura de la máquina tarrajadora	0 975 m
- Diámetro polea motor	0,127 m
- Diámetro polea mayor	0,445 m
- Capacidad máquina	1 Ton/hora

- Longitud del eje 0,69 m
- Tipo de banda utilizada para la transmisión Banda "V"

8 3 3 DESCRIPCION Y MONTAJE

La máquina tarrajadora de yuca consiste en una estructura de acero, la cual soporta una tolva alimentadora de acero suave galvanizado y un disco giratorio, el cual va montado sobre un eje, a su vez éste va unido al marco por medio de rodamientos y chumaceiras. Las partes de la estructura están unidas por tornillos y por soldadura. El disco giratorio, lo mismo que el mecanismo de transmisión por correa, debe ser cubierto con algún dispositivo de seguridad (mallas), para prevenir accidentes en los operarios.

El disco giratorio tiene 4 aberturas, por donde se sujetan las 4 cuchillas, fabricadas con láminas de acero soldadas entre sí, estas cuchillas tienen unas perforaciones que sirven para el ajuste al disco giratorio y permiten un movimiento lateral.

8 3 4 MANTENIMIENTO

Aunque la máquina tarrajadora de yuca requiere poco mantenimiento, es necesario tener en cuenta las partes principales o críticas con el fin de revisarlas, para que la máquina se desempeñe normalmente. Estas partes principales incluyen primeramente las

cuchillas, cuya limpieza se debe realizar después de cada uso, ya que los restos de yuca pueden atascar éstas, disminuyendo la eficiencia y el buen funcionamiento de la máquina, también se debe revisar el ajuste de las cuchillas al disco portacuchillas. Otra parte que hay que tener en cuenta en el mantenimiento es la inspección de la tensión en la banda, y la observación de su estado actual, es conveniente aplicarle brea a la banda cuando el motor esté en marcha, una vez ella sea tensada. Los rodamientos también se incluyen entre las partes principales de mantenimiento, y éste se basa en observar y limpiar las impurezas presentes en ellos, engrasándolos.

La frecuencia de mantenimiento de estas dos últimas partes, banda y rodamientos, varía de acuerdo al uso que se le dé a la máquina, aunque los rodamientos deben ser revisados más continuamente que la banda.

El motor debe ser sopleteado cada 6 meses. En general, la máquina debe ser lavada con agua después de cada uso, sobre todo aquellas partes que están en contacto con la yuca, esto con el propósito de mantener el buen funcionamiento de la máquina y evitar cambios de piezas deterioradas más rápidamente de lo normal, en esta limpieza con agua se debe evitar el contacto de ésta con los rodamientos porque el agua degradaría el lubricante.

Es conveniente también controlar la eficiencia de la máquina, chequeando las revoluciones por minuto por medio de un tacómetro

Antes de poner a funcionar la trozadora es preciso hacerla marchar en vacío, para ensayar el mecanismo de transmisión, y luego colocar las cuchillas en el disco giratorio, para así empezar a procesar la yuca

8 4 EVALUACION ECONOMICA

Tarrajadora Malasia

A continuación se hace un análisis económico del desempeño de una tarrajadora de yuca tipo Malasia en el medio colombiano. A un costo estimado de \$ 4 200 por tonelada de yuca fresca se evalúan dos alternativas A y B que corresponden a consumo interno y a exportación del producto, respectivamente. Para el caso A se considera la ubicación de la fábrica en Acacías (Meta) y el transporte (a razón de \$ 700/tonelada) del producto a las fábricas de concentrados para animales en Bogotá. Para el caso B se considera la localización de la planta en Pivijay (Magdalena), y el transporte de las tarrajas secas (a razón de \$ 750/tonelada) a Barranquilla, para posterior exportación a Holanda.

Se tomaron como variables fijas, el rendimiento del proceso y la capacidad de la máquina Tarrajadora, como variable independiente

el tiempo de operación de la máquina y como variable dependiente la producción anual de tarrajas de yuca

El análisis económico se realiza para dos distintas tecnologías de secado sobre concreto y en bandejas, para comparar los costos del proceso en cada caso

8 4 1 EVALUACION ECONOMICA A SECAMIENTO SOBRE CONCRETO

8 4 1 1 CARACTERISTICAS DEL PROCESAMIENTO

Capacidad de la máquina

1 ton de yuca fresca/hora

Tiempo de funcionamiento

$6 \text{ horas/día} \times 5 \text{ días/semana} \times 4 \text{ semanas/mes} = 120 \text{ horas/mes}$

Procesamiento de yuca fresca

$120 \text{ horas/mes} \times 1 \text{ ton/hora} \times 12 \text{ meses/año} = 1\,440 \text{ ton/año}$

Días de trabajo por año

$5 \text{ días/semana} \times 4 \text{ semanas/mes} \times 12 \text{ meses/año} = 240 \text{ días}$

Mano de obra requerida

Para secamiento sobre concreto se necesitan 14,5 horas-hombre por tonelada de yuca fresca (ver cuadro 1 4 /1, según /5/)

$120 \text{ ton/mes} \times 14,5 \text{ h-h/ton} / 176 \text{ h-h/mes} = 10 \text{ jornaleros}$

Contenido promedio de humedad en yuca fresca = 70%

Contenido promedio de humedad en yuca seca = 14%

Desperdicio en el proceso = 5%

Rendimiento del proceso

3,1 ton yuca fresca/1 ton yuca seca = 32,5%

Producción anual de yuca seca

1 440 ton yuca fresca x 0 325 = 468 ton

Area necesaria para el procesamiento

Se estima en 100 m² + área de secado

Para secamiento sobre concreto, con una densidad de secado de 10 kg/m², se requieren 2 400 m² para secar la producción en 3 días con margen de seguridad de 1 día

Area total necesaria = 100 + 2 400 = 2 500 m²

8 4 1 2 DETERMINACION DE LA INVERSION PARA EL PROCESAMIENTO DE LA YUCA

8 4 1 2 1 INVERSION EN EDIFICIOS Y TERRENOS

Lote de 2 500 m ² a \$ 350 m ²	\$ 875 000
Patios secadores 2 400 m ² a \$ 85,5 m ² (ver cuadro 1 4 /2 según /5/)	<u>\$ 205 200</u>
Total	\$ 1'080 200

8 4 1 2 2 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL PATIOS SECADORES

(a 20 años sin valor de salvamento) \$ 10 260

8 4 1 2 3 ARRENDAMIENTO ANUAL EQUIVALENTE

(Serie infinita de pagos anuales equivalentes
al costo del lote, con tasa de oportunidad =
30%)

\$ 265 500

8 4 1 2 4 INVERSION EN EQUIPO

Máquina tarrajadora

\$ 10 200

Motor a gasolina de 3 H P

\$ 8 800

Tanques de lavado, cajas, herramien-
tas, cobertores\$ 16 000

Total

\$ 35 000

8 4 1 2 5 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL EN EQUIPOS

(a 10 años, sin valor de salvamento

\$ 3 500

8 4 1 3 COSTO ANUAL DE MATERIA PRIMA

1 440 ton, a \$ 4 200 ton

\$ 6'048 000

8 4 1 4 DETERMINACION DEL COSTO ANUAL DE PROCESAMIENTO

8 4 1 4 1 COSTOS ANUALES DE MANO DE OBRA

10 jornaleros, a \$ 120/día, 240 días/año

\$ 288 000

8 4 1 4 2 GASTOS ANUALES DE FUNCIONAMIENTO

Gasolina y aceite motor	\$	15 000
Empaques (6240 unidades a \$ 5/unidad)	\$	31 200
Mantenimiento	\$	<u>15 000</u>
Total anual	\$	61 200

8 4 1 4 3 CALCULO DEL COSTO ANUAL DE PROCESAMIENTO

Se obtiene sumando los siguientes renglones

Arrendamiento anual equivalente	\$	265 500
Depreciación anual patios secadores	\$	10 260
Depreciación anual equipos	\$	3 500
Costo anual mano de obra	\$	288 000
Gastos de funcionamiento	\$	<u>61 200</u>
Total anual del costo de procesamiento	\$	628 460

8 4 1 5 COSTO DE TRANSPORTE

8 4 1 5 1 OPCION ACACIAS-BOGOTA

468 ton de yuca a \$ 700/ton	\$	327 600
------------------------------	----	---------

8 4 1 5 2 OPCION PIVIJAY-BARRANQUILLA-HOLANDA

8 4 1 5 2 1 TRANSPORTE PIVIJAY-BARRANQUILLA

468 ton de yuca seca, a \$ 750 ton	\$	351 000
------------------------------------	----	---------

8 4 1 5 2 2 TRANSPORTE BARRANQUILLA-HOLANDA

Este depende de la posición arancelaria de la yuca en tarrajas. Actualmente no existe una posición específica en el arancel para este tipo de producto, dado que hasta el momento no ha sido exportado. Sin embargo, para dar una idea aproximada del costo de transporte de la yuca, de Barranquilla a Holanda, se tomaron los datos de costos correspondientes a la posición arancelaria 07-06001 (según Bruselas), que incluye productos como el ñame. Estos costos (a julio de 1980) son los siguientes:

- Tarifa básica US 90,95/tonelada
- Monetaria 26% sobre la tarifa básica para estiba ordinaria (o sea sin congelar)
- Combustible US 14,10/tonelada
- Congestión US 4/tonelada

Los recargos anotados se cobran siempre, o sea que se puede calcular el costo total de transporte de una tonelada de yuca en tarrajas de Barranquilla a Holanda:

- Tarifa básica	US 90,95
- Monetaria	US 23,65
- Combustible	US 14,10
- Congestión	<u>US 4,00</u>
Total	US132,70

Como se está trabajando con precios de Marzo de 1979 se considera un aumento en el costo de transporte del 10% hasta julio de 1980 para dar una idea aproximada de todos los costos incluidos en la evaluación. El costo por tonelada de tarrajas transportada de Barranquilla a Holanda sería entonces de US 145,9

Con el dólar a \$ 42, el costo equivalente en pesos es \$ 5 065. El costo total de transporte para 468 toneladas de yuca seca anuales sería de \$ 2'370 420

468 ton a \$ 5 065/ton	\$ 2'370 420
------------------------	--------------

8 4 1 6 DETERMINACION DEL COSTO TOTAL ANUAL DE PRODUCCION

Se obtiene sumando los siguientes renglones

Costo anual de materia prima	\$ 6'048 000
Costo anual de procesamiento	<u>\$ 628 460</u>
Costo de producción	\$ 6'676 460

8 4 1 7 DETERMINACION DEL COSTO DE VENTA

8 4 1 7 1 VENTA EN BOGOTA

Se obtiene sumando los siguientes renglones

Costo de producción	\$ 6'676 460
Costo anual de transporte (Acacías-Bogotá)	<u>\$ 327 600</u>
Costo de venta	\$ 7'004 060

8 4 1 7 2 VENTA EN HOLANDA

Se obtiene sumando los siguientes renglones

Costo de producción	\$	6'676 460
Costo anual de transporte (Pivijay-Barranquilla)	\$	351 000
Costo anual de transporte (Barranquilla-Holanda)	\$	<u>2'370 420</u>
Costo de venta	\$	9'397 880

8 4 1 8 DETERMINACION DEL PRECIO DE VENTA

El precio de venta depende de la tasa de interés que se adopte para el proyecto. Se propone una tasa de interés del 40% anual. En base a ella, se calculará el precio de venta de las tarrajas puestas en fábrica. A este precio se debe agregar el costo de transporte desde el punto de localización de la factoría hasta el comprador, para que la tasa de interés no varíe. Se evalúa el proyecto a 5 años, teniendo en cuenta valores de salvamento cuando corresponda, ubicando los gastos al iniciar los períodos y los ingresos al final de los mismos. Con un costo de producción de \$ 6'676 460 se obtiene

Ingreso anual calculado (al 40% anual)	\$	9'449 410
Precio de venta por tonelada de tarrajas (puesto en fábrica)	\$	20 190
\$ 9'449 410/468		

8 4 1 8 1 PRECIO DE VENTA EN BOGOTÁ

(Precio de venta (producto puesto en fábrica)	\$	9'449 410
Costo de transporte Acacías-Bogotá	\$	<u>327 600</u>
Precio de venta en Bogotá	\$	9'777 010

8 4 1 8 2 PRECIO DE VENTA EN HOLANDA

Precio de venta (producto puesto en fábrica)	\$	9'449 410
Costo de transporte Pivijay-Barranquilla	\$	351 000
Costo de transporte Barranquilla-Holanda	\$	<u>2'370 420</u>
Precio de venta en Holanda	\$	12'170 830

8 4 1 9 DETERMINACION DE LA UTILIDAD

Es la misma para venta en Bogotá y en Holanda	Se calcula como
Ingreso anual calculado (al 40% anual)	\$ 9'449 410
(-) Costo de producción	\$ <u>6'676 460</u>
Utilidad	\$ 2'772 950

8 4 1 10 RESUMEN DEL COSTO DE PRODUCCION A (SECAMIENTO SOBRE CONCRETO)

Producción Anual de Tarrajas 468 toneladas (1 dólar = \$ 42)			
	\$/AÑO	\$/TON	DOL/TON
Costo materia prima	6'048 000	12 923	308
Depreciación anual patios secadores	10 260	22	0 5
Arrendamiento anual equi- valente	265 500	567	13 5
Equipos	3 500	7	0 2
Mano de obra	288 000	615	14 7
Funcionamiento	61 200	131	3 1
Costo de procesamiento	628 460	1 343	32
Costo de producción	6'676 460	14 266	339 7

8 4 1 11 RESUMEN DEL ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS A

	\$/AÑO	\$/TON	DOL/TON
Costo de materia prima	6'048 000	12 923	308
Costo de procesamiento	628 460	1 343	32
Costo de producción	6'676 460	14 266	339 7
VENTA EN BOGOTA			
Costo de transporte	327 600	700	16 7
Costo de venta	7'004 060	14 966	356 3
Precio de venta	9'777 010	20 891	497 4
Utilidad	2'772 950	5 905	141 1

VENTA EN HOLANDA

	\$/AÑO	\$/TON	DOL/TON
Costo de transporte a Barranquilla	351 000	750	17 9
Costo de transporte a Holanda	2'370 420	5 065	120 6
Costo de venta	9'397 880	20 080	478 1
Precio de venta	12'170 830	26 005	619 2
Utilidad	2'772 950	5 925	141 1

8 4 2 EVALUACION ECONOMICA B

Secamiento en bandejas

8 4 2 1 CARACTERISTICAS DE PROCESAMIENTO

Capacidad de la máquina

1 ton de yuca fresca/hora

Tiempo de funcionamiento = 120 horas/mes

Procesamiento de yuca fresca = 1 440 ton/año

Días de trabajo por año = 240

Mano de obra requerida

Para secamiento en bandejas se necesitan 11 h-h por tonelada de yuca fresca (ver cuadro 8 4 /1, según /5/)

120 ton/mes x 11 h-h/ton/176 h-h/mes = 8 jornaleros

Contenido promedio de humedad en yuca fresca = 70%

Contenido promedio de humedad en yuca seca = 14%

Desperdicio en el proceso = 5%

Rendimiento del proceso 32,5%

Producción anual de yuca seca 468 ton

Area necesaria para el procesamiento

Se estima en 100 m^2 + área de secado

Para secamiento en bandejas, con una densidad de secado de 20 kg/m^2 , se requieren $1\ 200 \text{ m}^2$ para secar la producción en 3 días con margen de seguridad de 1 día

Area total necesaria = $100 + 1\ 200 = 1\ 300 \text{ m}^2$

8 4 2 2 DETERMINACION DE LA INVERSION PARA EL PROCESAMIENTO DE LA YUCA

8 4 2 2 1 INVERSION EN EDIFICIOS Y TERRENOS

Lote de 1300 m^2 a $\$ 350 \text{ m}^2$	\$ 455 000
Bandejas, 1200 m^2 a $\$ 126,3/\text{m}^2$ (ver cuadro 1 4 /2 según /5/)	<u>\$ 151 560</u>
Total	\$ 606 560

8 4 2 2 2 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL BANDEJAS

(a 10 años sin valor de salvamento) \$ 15 156

8 4 2 2 3 ARRENDAMIENTO ANUAL EQUIVALENTE

(Serie infinita de pagos anuales, equivalentes al costo del lote, con tasa de oportunidad $i = 30\%$) \$ 136 500

8 4 2 2 4 INVERSION EN EQUIPO

Máquina tarrajadora	\$	10 200
Motor a gasolina de 3 H P	\$	8 800
Tanques de lavado, cajas, herramientas, cobertores)	\$	<u>16 000</u>
Total	\$	35 000

8 4 2 2 5 COSTO DE DEPRECIACION ANUAL EN EQUIPOS

(a 10 años, sin valor de salvamento) \$ 3 500

8 4 2 3 COSTO ANUAL DE MATERIA PRIMA

1 440 ton a \$ 4 200/ton \$ 6'048 000

8 4 2 4 DETERMINACION DEL COSTO ANUAL DE PROCESAMIENTO

8 4 2 4 1 COSTOS ANUALES DE MANO DE OBRA

8 jornaleros a \$ 120/día, 240 días/año \$ 230 400

8 4 2 4 2 GASTOS ANUALES DE FUNCIONAMIENTO

Gasolina y aceite motor	\$	15 000
Empaques (6240 unidades a \$5/unidad)	\$	31 200
Mantenimiento	\$	<u>15 000</u>
Total anual	\$	61 200

8 4 2 4 3 CALCULO DEL COSTO ANUAL DE PROCESAMIENTO

Arrendamiento anual equivalente	\$	136 500
Depreciación anual bandejas	\$	15 156
Depreciación anual equipos	\$	3 500
Costo anual mano de obra	\$	230 400
Gastos de funcionamiento	\$	<u>61 200</u>
Total anual del costo de procesamiento	\$	446 756

8 4 2 5 COSTO DE TRANSPORTE

Igual que en 8 4 1 5

8 4 2 6 DETERMINACION DEL COSTO TOTAL ANUAL DE PRODUCCION

Se obtiene sumando los siguientes renglones

Costo anual de materia prima	\$	6'048 000
Costo anual de procesamiento	\$	<u>446 756</u>
Costo de producción	\$	6'494 756

8 4 2 7 DETERMINACION DEL COSTO DE VENTA

8 4 2 7.1 VENTA EN BOGOTA

Se obtiene sumando los siguientes renglones

Costo de producción	\$	6'494 756
Costo anual de transporte Acacías-Bogotá	\$	<u>327 600</u>
Costo de venta	\$	6'822 356

8 4 2 7 2 VENTA EN HOLANDA

Se obtiene sumando los siguientes renglones

Costo de producción	\$	6'494 756
Costo anual de transporte Pivijay-Barranquilla	\$	351 000
Costo anual de transporte Barranquilla-Holanda	\$	<u>2'370 420</u>
Costo de venta	\$	9'216 176

8 4 2 8 DETERMINACION DEL PRECIO DE VENTA

Se aplican las mismas consideraciones que en 8 4 1 8. Con un costo de producción de \$ 6'494 456 se obtiene

Ingreso anual calculado (al 40% anual)	\$	9'175 800
Precio de venta por tonelada de tarrajas (puesto en fábrica) \$9'175 800/468 ton	\$	19 610

8 4 2 8 1 PRECIO DE VENTA EN BOGOTA

Precio de venta (producto puesto en fábrica)	\$	9'175 800
Costo de transporte Acacías-Bogotá	\$	<u>327 600</u>
Precio de venta en Bogotá	\$	9'503 400

8 4 2 8 2 PRECIO DE VENTA EN HOLANDA

Precio de venta (producto puesto en fábrica)	\$	9'175 800
Costo de transporte Pivijay-Barranquilla	\$	351 000
Costo de transporte Barranquilla-Holanda	\$	<u>2'370 420</u>
Precio de venta en Holanda	\$	11'897 220

8 4 2 9 DETERMINACION DE LA UTILIDAD

Es la misma para venta en Bogotá y en Holanda Se calcula como

Ingreso anual calculado (al 40% anual)		\$	9'175 800
(-) Costo de producción	↗	\$	<u>6'494 756</u>
Utilidad	↓	\$	2'681 044

8 4 2 10 RESUMEN DEL COSTO DE PRODUCCION B (SECAMIENTO EN BANDEJAS)

Producción anual de tarrajas 468 toneladas

(1 dólar = \$ 42)

	\$/AÑO	\$/TON	DOL/TON
Costo materia prima	6'048 000	12 923	307 7
Deprec anual bandejas	15 156	32	0 8
Arrendam anual equivalente	136 500	292	6 9
Equipos	3 500	7	0 2
Mano de obra	230 400	492	11 7
Funcionamiento	61 200	131	3 1
Costo de procesamiento	446 756	955	22 7
Costo de producción	6'494 756	13 878	330 4

8 4 2 11 RESUMEN DEL ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS B

	\$/AÑO	\$/TON	DOL/TON
Costo de materia prima	6'048 000	12 923	307 7
Costo de procesamiento	446 756	955	22 7
Costo de producción	6'494,756	13 878	330 4
VENTA EN BOGOTA			
Costo de transporte	327 600	700	16 7
Costo de venta	6'822 356	14 578	347 1
Precio de venta	9'503 400	20 306	483 5
Utilidad	2'681 044	5 729	136 4
VENTA EN HOLANDA			
Costo transporte a B/quilla	351 000	750	17 9
Costo transporte a Holanda	2'370 420	5 065	120 8
Costo de venta	9'216 176	19 692	468 9
Precio de venta	11'897 220	25 421	605 3
Utilidad	2'681 044	5 729	136 4

CONCLUSIONES

Se puede observar que el secamiento en bandejas tiene un costo menor que el realizado sobre concreto, el precio final del producto no incide notablemente

Como la materia prima es el costo más alto dentro del proceso, es importantísimo maximizar su rendimiento. Por esto, para el proceso se debe escoger las variedades de yuca que presenten el contenido inicial de humedad más bajo

Dado que el uso final de las tarrajas está en los concentrados para animales, no se justifica una inversión muy grande en equipos de lavado y pelado. Se anota que es conveniente lavar bien la yuca y eliminar la cáscara de corcho, pero no la piel blanca, así se aumenta el rendimiento en el proceso. Hay que evitar la contaminación por polvo y suciedad durante el proceso. Para esto es más adecuado el método de secado en bandejas

La planta se debe ubicar en zonas de baja lluviosidad, donde haya vientos y la humedad relativa sea baja, esto con el fin de hacer más eficiente el proceso de secado, ya que la duración de éste afecta la calidad de las tarrajas de yuca

El secado se podría acelerar usando una combinación de exposi-

ción al sol en las primeras etapas, en que la humedad se elimina rápidamente, y secado artificial al final, cuando es muy demorado eliminar la humedad remanente. El sistema de secado artificial tendría que ser económico (ref. proyecto grado Alvaro Villota), para que se obtenga un ahorro global. Esto se lograría por una reducción en el área de secado, con recorte en costos de patios o bandejas y en arrendamientos.

La bondad del proyecto es discutible, tanto en la alternativa de consumo interno como en la de exportación. Los precios de venta que aseguran una rentabilidad satisfactoria son altos. Es conveniente hacer una comparación actualizada entre insumos de alto contenido energético utilizados en la preparación de concentrados para animales (ref. Fedecafé. Investigación del mercado de chips de yuca en Buga, Valle, Agosto 1976). Esto se aplica a nivel nacional, en los mercados europeos, el precio se rige por estándares relacionados con los pellets de yuca exportados por Tailandia e Indonesia, que son de mala calidad, pues los productores les mezclan arenas e impurezas para mantener los procesos rentables.

En resumen, para que la inversión resulte rentable habría que contar con una reestructuración en todos los niveles: planificación y tecnificación de cultivos, que permitan obtener mejor calidad,

mayor rendimiento de la yuca y una producción continuada, lo que redunda en un costo más bajo y estable del tubérculo, ampliación de la producción, posiblemente con el mismo tipo de máquina tarrajadora, complementada con una peletizadora para reducir los fletes en caso de exportación. Para pretender competir con países exportadores, es necesario aumentar notablemente la producción y conseguir antes que nada un alto precio de compra en el mercado europeo, precio que corresponde realmente a la buena calidad que ofrece el producto colombiano.

8 6

REFERENCIAS

- /1/ Phillips, Truman P. Economic Implications of New techniques in Cassava Harvesting and Processing
- /2/ Nguyen Cong Thanh. Technology of Cassava Chips and Pellets Processing in Thailand. P. 113-122, 1974
- /3/ ICBF (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar). Tabla de Composición de Alimentos. Ministerio de Salud Pública, ICBF, 1978
- /4/ Best, Rupert. Cassava Processing for animal feed. Grupo de política tecnológica, acuerdo de Cartagena, Lima, Perú

- /5/ Best, Rupert Secamiento de la Yuca Centro de Información sobre Yuca, Centro Internacional de Agricultura Tropical, marzo 1979
- /6/ Manurung, Firman Technology of Cassava Chips and Pellets Processing in Indonesia, Malasia and Thailand P 89-112, abril 1974
- /7/ Meriam, J L Dynamics Third Edition, SI- Version
- /8/ Información obtenida en el CIAT, Palmira, 1979
- /9/ Shigley, Joseph Edward Mechanical Engineering Design Third Edition, M Graw-Hill
- /10/ Catálogo General de Rodamientos de la SKF, Dic 1975
- /11/ Infante Villarreal, Arturo Evaluación Económica de Proyectos de Inversión Tercera edición, Cali-Colombia, 1977
- /12/ Ministerio de Agricultura Cifras del sector Agropecuario República de Colombia, 1979
- /13/ Rodríguez, Francisco Alternativa El Vergel

RENDIMIENTO DE YUCA SECA A UN 10% DE CONTENIDO DE HUMEDAD (CH) DE YUCA FRESCA			
CH (%)	TEORICO (kg)	CON 5% DE PERDIDA EN LA ELABORACION (Kg)	CANTIDAD DE YUCA FRESCA (ton) REQUE- RIDA PARA PRODUCIR 1 TON DE YUCA SECA
75	280	265	3 8
70	335	315	3 2
65	390	370	2 7
60	445	420	2 4
55	500	475	2 1

VARIACIONES EN EL RENDIMIENTO DE LA YUCA CON DIFERENTES
CONTENIDOS DE HUMEDAD

CUADRO 8 2 4 1
FUENTE /5/

VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	CARGA DE LAS BANDEJAS (kg/m ²)
Calma, brisa suave hasta 1	17 hasta 10
Brisa constante 1 - 2	22 hasta 10-13
Viento constante > 2	27 hasta 13-16
Viento rápido >> 2	30

CARGAS DE TARRAJAS DE YUCA PARA BANDEJAS DE
0 90 x 1 85 m
(área de 1 67 m²)

CUADRO 8 2 4 2/1

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA (HORAS-HOMBRE)	
	SECAMIENTO SOBRE CONCRETO	SECAMIENTO EN BANDEJAS
Pesaje y Lavado de las raíces	3	3
Corte en Tarrajas	2	2
Esparcir las Tarrajas	2	2
Voltearlas, 4 veces diarias	1 5	-
Recogerlas y cubrir las, noche	1	1
Esparcir las en la mañana	1 5	1
Voltearlas	1 5	-
Recogerlas y Empacarlas	2	2
Total Mano de Obra	14,5	11

REQUERIMIENTOS MANO DE OBRA PARA TARRAJAR Y
SECAR UNA TON DE YUCA CON DOS OPERARIOS

CUADRO 8 4 /1
FUENTE /5/

UNIDAD	Costo Unitario	Unidades Requeridas	Costo (\$)
Piso de Concreto (10 m ³)			
Cemento (sacos de 50 kg)	69	40	2760
Arena (m ³)	138	5	690
Grava (m ³)	188,6	10	1886
Pigmento negro (kg)	64,4	20	1288
Tablas madera (2,80 x 0,24 x 0,025 m)	50,6	30	1518
Total			8142
5% pérdidas			407
Costo/m ² de superficie de secamiento			85,5
Costo/kg yuca fresca para carga 5 kg/ton			17,1
Bandejas (60 bandejas 1,85 x 0 90 x 0 055 m)			
Madera (2,80 x 0,24 x 0,025m)	124,2	42	5216,4
Malla gallinero (de 1", rollo de 0 90 x 0 36 m)	869,4	3,2	2782,08
Anjeo plástico (rollo de 0,50 x 30 m)	529	3,8	2010,2
Puntillas (kg)	37,72	10	377,2
Bambú (m)	6,44	55	1642,2
Total			12029
5% pérdidas			601
Costo Total			12630
Costo/m ² superficie secamiento			126,3
Costo/kg yuca fresca para carga de 10 kg/m ²			12,63

COMPARACION DE LOS COSTOS DE MATERIALES PARA
100 m² DE SUPERFICIE DE SECAMIENTO

CUADRO 8 4 /2

TOMADO DE /5/

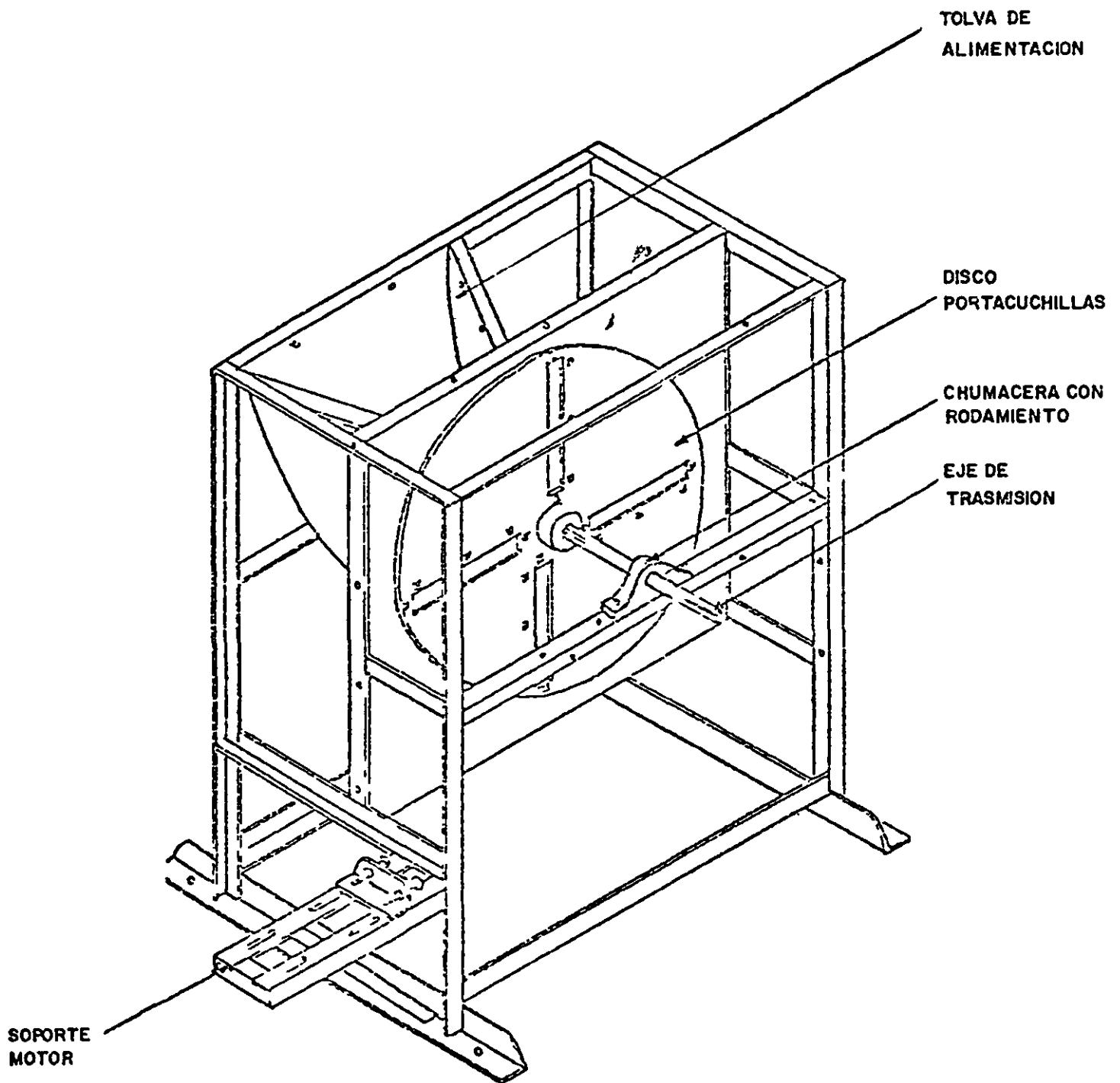


FIGURA 8 2 3 / 1

DIAGRAMA DE LA TARRAJADORA

JERARQUIZACION DE ALTERNATIVAS

Gráficamente se trata de representar como intervienen los precios de los distintos factores de producción en las opciones estudiadas, que se consideran como las más representativas. Se observa que en casi todos los casos el costo de la materia prima, ya sea ésta cultivada o comprada, es el factor más representativo para el costo final del proceso.

La intervención de la tecnología en las etapas de cosecha y principalmente postcosecha determinará la calidad del producto y la utilidad para el productor.

Las rallanderías ubicadas en Nilo, que es un pequeño municipio del departamento del Tolima, tienden a desaparecer. Allí el costo de la mano de obra es el más representativo en el procesamiento, esto es debido a la competencia que existe en la zona de la agricultura y la ganadería pertenecientes al sector comercial.

Por el contrario la rallandería ubicada en Mesa de Limores, en el departamento del Tolima, está enclavada en una zona donde la agricultura tradicional y la comercial operan en forma integrada. La conjunción de calidad del almidón obtenido con la tecnología utilizada es relativamente aceptable para el mercado al que va destinado. De todas maneras se sugiere introducir innovaciones que tiendan a mecanizar el

proceso, aplicadas sobretodo en la etapa del prelavado y secado, que permitirán el mejoramiento de la calidad del almidón

Se observa que en el municipio de Acacías en el departamento del Meta, donde se obtiene almidón agrío, el precio de las raíces es alto y además representa el 90% en el costo final, esto es debido a la escases de raíces por la falta de producción local, aquí no existe costo de transporte por que la producción es vendida en su totalidad en la finca

La tecnología utilizada en San Andrés de Quilichao, en el departamento del Cauca, es la más avanzada ya que cuenta con mecanización y electrificación. Su rentabilidad es aceptable aunque poco sensible a la variación en el suministro de raíces. Esta zona está en condiciones de adoptar innovaciones en el proceso de prelavado, sobre el que se sugiere la utilización de una prelavadora helicoidal de cepillos, y en el secado para hacerlo en forma artificial, mediante la utilización de hornos, como se detalla en el capítulo respectivo. Aquí cabe destacar la mayor rentabilidad en la producción de almidón agrío respecto del culce, aunque implica una mayor inversión debido a la fermentación

En el proceso de diversificación de la producción de las raíces de yuca, existe el mercado y es posible adaptar tecnología para la obtención de tarrajas, utilizadas en la alimentación animal. En Colombia, para obtener una rentabilidad aceptable, el precio es muy alto tanto

para el mercado interno como el externo

El motivo principal de este desajuste es el precio de la materia prima, por lo cual es necesario elevar el rendimiento del cultivo (a 30 toneladas por hectárea o más) Esto sería factible si se efectúa un cambio tecnológico sobre las formas de producción que aún son tradicionales, lo que a su vez permitiría homogenizar la producción mediante la introducción de especies mejoradas que facilitarían la introducción de tecnología para el procesamiento de otros subproductos

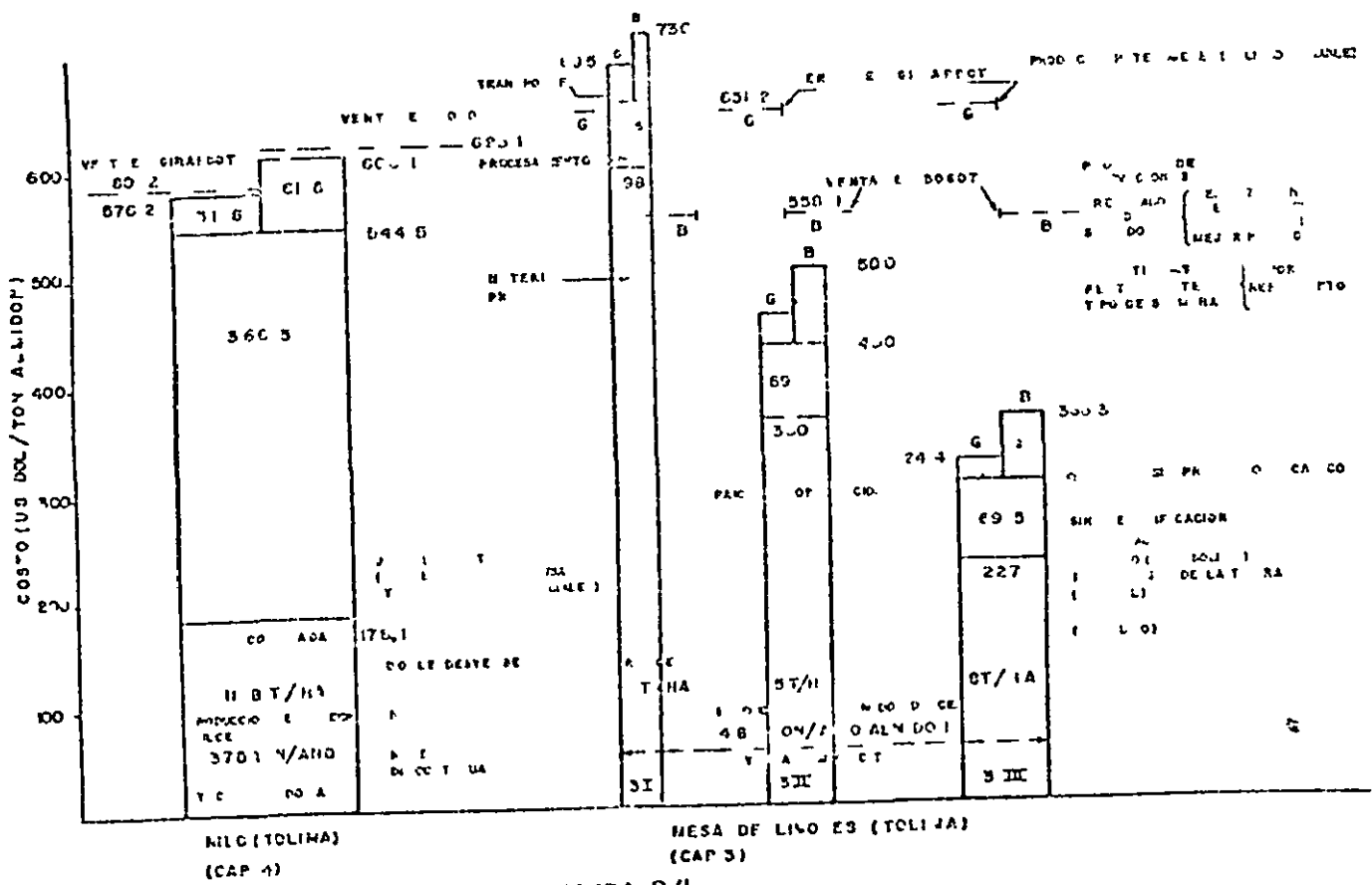
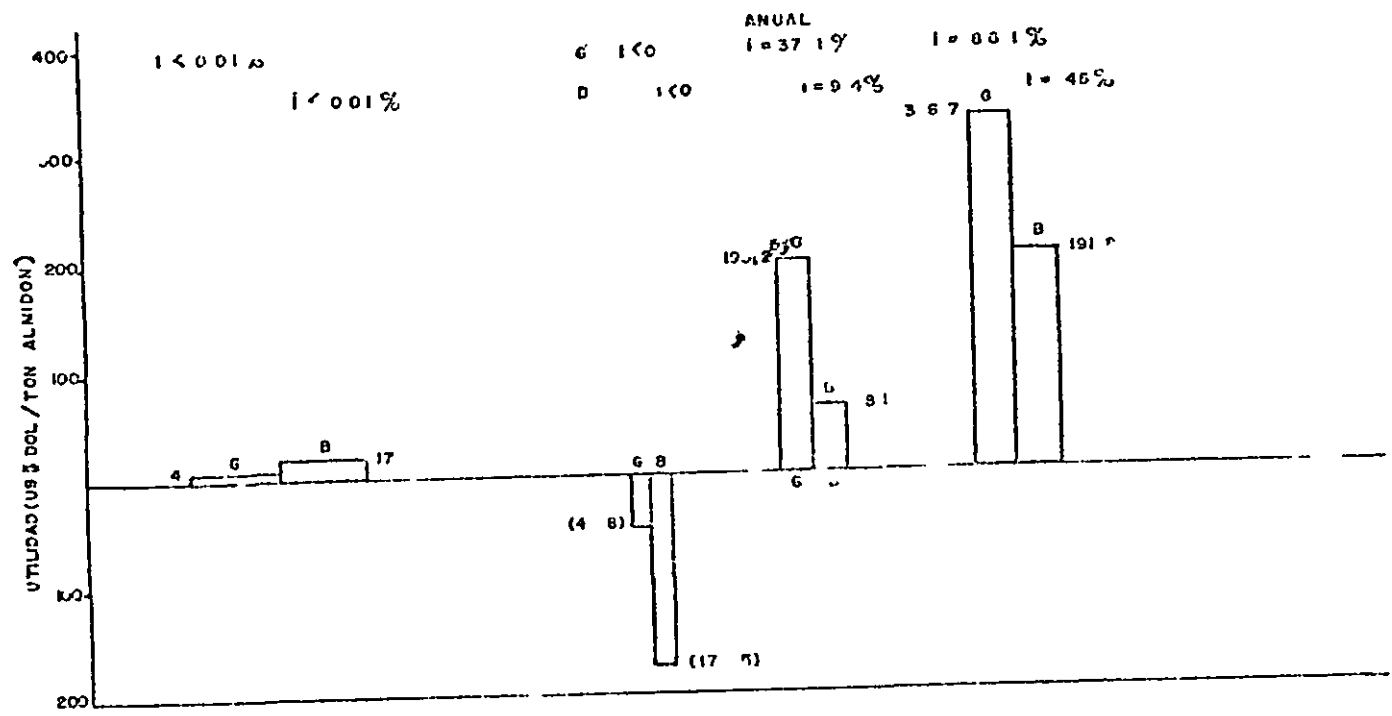
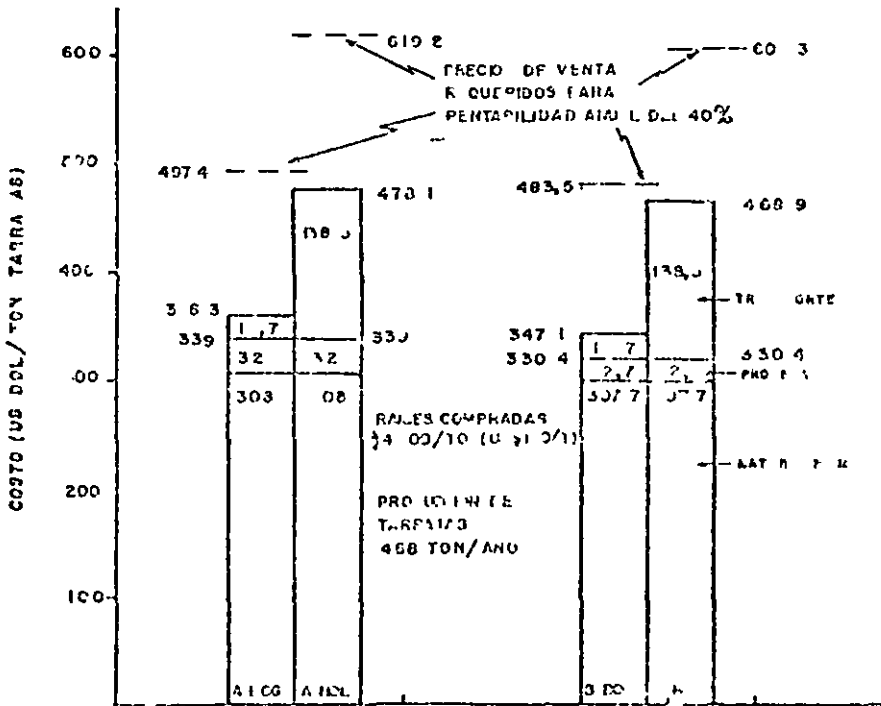
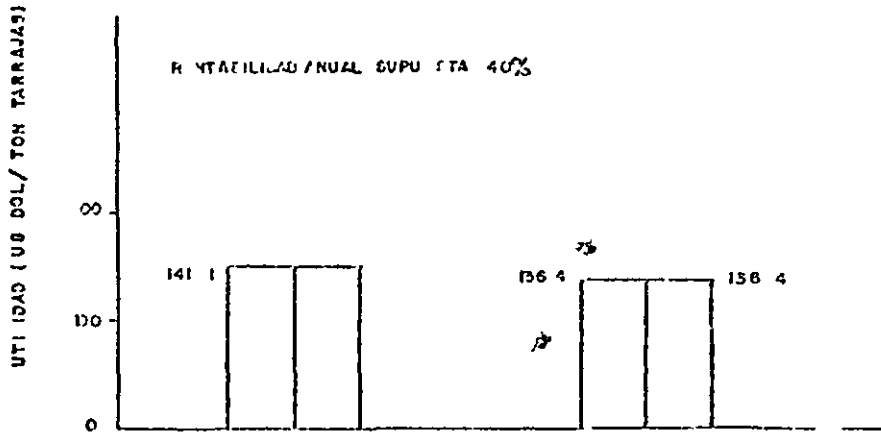


FIGURA 9/1
JERARQUIZACION DE ALTERNATIVAS
ALMIDON DULCE



BOGOTA HJL/NOA
SECAO CONCRETO
(CAP 8)

BOGOTA HCLAND.
SECAO BANDEJAS
(CAP 8)

FIGURA 9/3
ALTERNATIVA PARA LA
PRODUCCION DE TARRAJAS