



Universidad Autónoma Chapingo

Departamento de Economía Agrícola

DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

“CARACTERIZACION Y PERFIL DE RENTABILIDAD DEL PILONCILLO EN PUTLA DE GUERRERO, OAXACA”

T E S I S

Que como requisito parcial para obtener el
Grado de

Maestro en Ciencias en Economía del Desarrollo Rural

Presenta

MARCOS ORTEGA HERNANDEZ

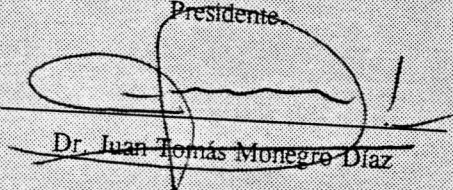
CHAPINGO, MEXICO AGOSTO DE 1996

DX 85983
- 152140

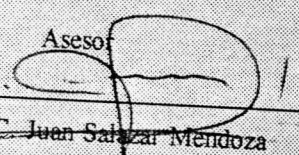
ESTA TESIS FUE REVISADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA DEL DESARROLLO RURAL

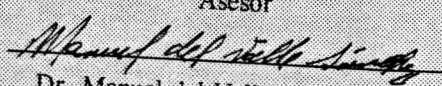
Presidente


Dr. Juan Tomás Monegro Díaz

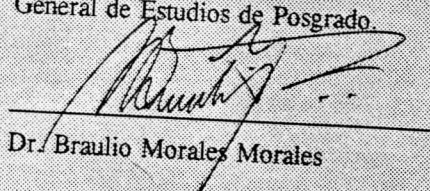
Asesor

P. a. 
M.C. Juan Salazar Mendoza

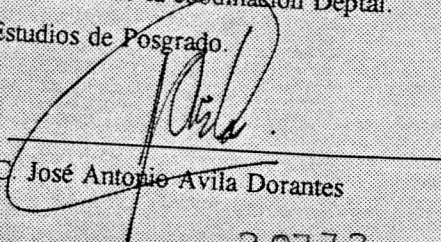
Asesor


Dr. Manuel del Valle Sánchez

Representante de la Coordinación
General de Estudios de Posgrado.


Dr. Braulio Morales Morales

Representante de la coordinación Deptal.
de Estudios de Posgrado.

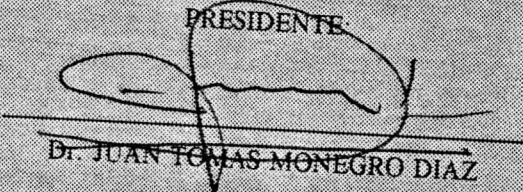

M.C. José Antonio Avila Dorantes

30772

ESTE TRABAJO FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL Dr.
JUAN TOMAS MONEGRO DIAZ
APROBADA POR EL H. COMITE ASESOR Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

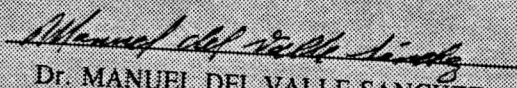
MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMIA DEL DESARROLLO RURAL.

PRESIDENTE:



Dr. JUAN TOMAS MONEGRO DIAZ

ASESOR:



Dr. MANUEL DEL VALLE SANCHEZ

ASESOR:

f.a.



M.C. JUAN SALAZAR MENDOZA.

AGRADECIMIENTOS:

A la Universidad Autónoma Chapingo, por la formación profesional que he alcanzado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento que obtuve para la realización de mis estudios de maestría.

Al Dr. Juan Tomás Monegro Díaz, por la dirección de la investigación.

Al M.C. Juan Salazar, por su colaboración desinteresada en el presente trabajo.

Al Ing. Oscar Zárate Gonzalez, por los conocimientos aportados en este trabajo, y por la información proporcionada.

Al Centro Regional Universitario Sur, por la facilidades y apoyo que obtuve durante la realización de este trabajo.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo, pero que por razones de espacio no es posible mencionar.

INDICE

	Pag.
INTRODUCCIÓN.	1
I.- MARCO DE REFERENCIA PARA LA CARACTERIZACIÓN Y PERFIL DE RENTABILIDAD DEL PILONCILLO EN PUTLA, OAXACA.	3
1.1.- Antecedentes	4
1.2.- Importancia de la Agroindustria del Piloncillo	8
1.3.- Problemática del Municipio de Putla	10
1.4.- Justificación de la Investigación	11
1.5.- Delimitación Geográfica	12
1.6.- Planteamiento del Problema	14
1.7.- Objetivos	15
1.7.1.- Objetivo General.	15
1.7.2.- Objetivos Específicos	16
1.8.- Hipótesis	16
1.9.- Metodología	17
II.- CARACTERIZACIÓN DE LA AGROINDUSTRIA DEL PILONCILLO EN PUTLA DE GUERRERO OAXACA.	19
2.1.- Ubicación	20
2.2.- Clasificación, Descripción Botánica y Aclimatación de la Caña	23
2.3.- Proceso Productivo del Piloncillo.	25
2.4.- Factores que Determinan la Calidad del Piloncillo.	37
2.5.- Formas de utilizar los subproductos	39
2.5.1.- Factores agroindustriales que Influyen en la composición de la Cachaza	44

2.6.- Relaciones de producción	46
2.6.1.- Medios de Producción	46
2.6.2.- Fuerza de Trabajo	46
2.7.- Distribución, Cambio y consumo de piloncillo	49
III.- POTENCIAL DE LA DIVERSIFICACIÓN AGRÍCOLA	51
3.1.- La Caña de azúcar Integral	54
3.2.- Residuos de Cosecha	58
3.3.- Usos de la Caña de Azúcar.	59
3.4.- Residuos de Cosecha para la Alimentación Animal.	61
3.5.- Características fisiológicas de la caña	62
3.6.- Subproductos y derivados.	64
3.7.- Utilización directa de la caña	64
3.8.- El Jugo de la caña	65
3.9.- El azúcar como alimento animal	65
3.10.- Melaza.	65
3.11.- Miel Proteica.	66
3.12.- Levadura, Torula y Saccharomyces	66
3.13.- Biofermel	67
3.14.- L-lisina	67
3.15.- Bloques Nutricionales	68
IV.- MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.	72
4.1.- Teoría de la producción.	73
4.2.- Indicadores de Rentabilidad	78
4.3.- Punto de Equilibrio	80
4.4.- Análisis de Sensibilidad	82

V.- ANÁLISIS DE RESULTADOS	83
5.1.- Análisis Técnico del sistema de producción	84
5.1.1.- Consideraciones del cultivo	85
5.2.- Análisis económico	88
5.2.1.- Costos Variables	89
5.2.2.- Costos Fijos	90
5.2.3.- Costo Total	93
5.2.4.- Ingresos Totales	93
5.2.5.- Relación Beneficio - Costos	94
5.3.- Análisis de Sensibilidad	96
5.4.- Punto de equilibrio.	102
5.5.- Usos alternativos de la Caña en Putla	104
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
a).- Conclusiones.	106
b).- Recomendaciones	109
BIBLIOGRAFÍA	110

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1.- Características de la producción de piloncillo en México	7
Cuadro 2.- Producción de piloncillo por entidad federativa	8
Cuadro 3.- Superficie destinada al cultivo de caña de azúcar en Putla	13
Cuadro 4.- Composición de la Cachaza	42
Cuadro 5.- Composición química de la cachaza	43
Cuadro 6.- Composición de la caña de azúcar	59
Cuadro 7.- Componentes de la caña de azúcar (%)	63
Cuadro 8.- Estructura de costos variables a precios de 1994	88
Cuadro 9.- Costos Fijos	90
Cuadro 10.- Costo total	92
Cuadro 11.- Ingresos Totales por ventas a precios de 1995	93
Cuadro 12.- Beneficios	94
Cuadro 13.- Cálculo de Relación Beneficio Costo	95
Cuadro 14.- Análisis de Sensibilidad, cuando los precios de mercado disminuyen en 10%	96
Cuadro 15.- Análisis de Sensibilidad cuando los costos de mercado disminuye en 20%	97
Cuadro 16.- Análisis de Sensibilidad, cuando los precios de mercado suben en 10%	98
Cuadro 17.- Análisis de Sensibilidad cuando los costos suben en 35 %	99
Cuadro 18.- Análisis de Sensibilidad los costos suben en 10% y los precios bajan 10%	100
Cuadro 19.- Análisis de Sensibilidad cuando el rendimiento disminuye en 15% ..	101
Cuadro 20.- Punto de Equilibrio	102

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del proceso de Producción del Piloncillo	87
Figura 2. Distrito de Putla	21
Figura 3. Zona Cañera y Ganadera del Distrito de Putla	22
Figura 4.- Gráfica del Punto de Equilibrio	103

CARACTERIZACIÓN Y RENTABILIDAD DEL PILONCILLO EN PUTLA DE GUERRERO OAXACA

Resumen.

Este trabajo se realizó con la finalidad de generar información respecto a una actividad marginada y conocer su rentabilidad e importancia económica. Para ello se recurrió a la revisión bibliográfica, encuestas directas al productor y análisis de la información.

Los resultados mas sobresalientes fueron: La importancia de esta actividad como generadora de empleos y por el valor de la producción (mas de 12 millones), de la evaluación financiera realizada, se determinó como una actividad rentable ($R\ B/C\ 1.35$), los costos de producción representan el 70% de los ingresos totales. Las actividades culturales son las mas costosas para el cultivo de la caña, el control de malezas y corte de la caña representan mas del 50% de los costos variables; estas son las actividades que mas jornales se invierte. El punto de equilibrio en donde los productores recuperan sus costos de producción es de 5 toneladas de piloncillo por hectárea. La actividad es mas rentable si se utilizan los subproductos de la caña para la alimentación animal, principalmente de bovinos (diversificación).

Summary

This work was accomplished in order to generate information with respect to a marginalized activity and to know your profitability and economic importance. For this was appealed to the bibliographical review, direct surveys to the producing and analysis of the information.

The results but outstanding were: The importance of this activity as generating of employment and for the value of the production (but of 12 million), of the accomplished financial evaluation was determined as a profitable activity ($R\ B/C = 1.35$), the production costs represent 70 % of the total income.

The cultural activities are the but costly for the cultivation of the cane, the control of undergrowths and cour of the cane represent but of the 50 % of the variable costs; these are the activities that but wages in invested. The break even point in which the producers recover their production costs is of 5 ton of piloncillo for hectare. The activity is but profitable if are used the by products of the cane for animal nourishment, mainly of bovines (diversificación).

INTRODUCCIÓN.

El piloncillo es un producto obtenido del jugo de la caña de azúcar, el cuál ha sido concentrado a presión atmosférica, cristalizada y moldeada en forma de pilón. A este producto se le conoce también como "panela", que es una forma en la cuál se presenta el producto de los trapiches. En varios países del mundo se elaboran este endulzante, teniendo algunas variantes y diferenciándose en cuanto a la presentación y denominación usada; un término común para éste producto es "azúcar centrifugada".

El objetivo principal del sector campesino es la reproducción de las condiciones de vida y de trabajo, para ello necesitan disponer de los recursos necesarios para generar un producto con valor equivalente a las necesidades de consumo básico. Las características más importantes de los agricultores campesinos es la escasa base de recursos con que operan, pocas tierras de cultivo, bajo capital humano, poco o nulo acceso al crédito institucional, no cuentan con asesoría técnica y se enfrentan a precios inestables.

Por lo anterior, el problema radica en identificar con mayor certeza posible las variables cuantitativas que presentan efectos significativos en los niveles de rendimiento en la producción de piloncillo, vía la aplicación de los principios de la teoría económica a fin de proporcionar al productor alternativas de cambio, para la maximización de sus ingresos.

El propósito del presente trabajo es servir de orientación a cerca de los posibles usos más eficientes de los recursos agrícolas empleados en la producción de piloncillo en Putla Villa de Guerrero, Oaxaca; con la finalidad de incrementar los ingresos de los productores. Los objetivos de la presente investigación son: La identificación de aquellos factores técnicos de la producción, que ejercen una influencia significativa sobre el rendimiento del piloncillo, bajo las condiciones técnicas imperantes en este proceso; Se realizó una evaluación financiera en la que se determinó la rentabilidad de la producción del piloncillo, detectándose los gastos innecesarios que realizan los productores de piloncillo.

La actividad cañera en la zona es importante por su contribución a la economía regional, cada año la derrama económica que genera el piloncillo es alrededor de 12 millones de pesos, considerado como una de las principales actividades económicas de la región. Una forma de aumentar la productividad de esta actividad es a través de la diversificación productiva de la caña, aprovechando todos los residuos y subproductos de esta actividad.

En esta investigación, se determinó la estructura de costos e ingresos por hectárea, a través de entrevistas directas a productores de piloncillo. Lo que sirvió de base para determinar algunos de los principales indicadores de rentabilidad como son: el beneficio neto, la relación beneficio-costos y el punto de equilibrio para el ciclo agrícola 1993 - 1994.

El análisis técnico-económico de una actividad productiva redundará en un mejor aprovechamiento de los recursos que intervienen en su realización, además de proporcionar parámetros de referencia para corregir disfuncionalidades de la actividad productiva.

En el Valle de Putla Villa de Guerrero, la elaboración de piloncillo se realiza con tecnología semiartesanal, con baja productividad del trabajo y con una rentabilidad del capital del 40%, el destino de la producción es el mercado regional, utilizándose en algunos casos, como sustitutos del azúcar y en otros para la elaboración de Ron, aguardiente, pan, dulces, etc.

En la región de estudios se determinó que: los costos de producción por hectárea de caña para la elaboración de piloncillo fue de \$14,987 en 1994, incluyendo todos los costos, reportándose rendimientos promedio de 80 toneladas de caña, con una eficiencia terminal del 10%, es decir, se obtiene una producción de 8 toneladas de piloncillo por hectárea.

Los ingresos por esta actividad fue de \$20,240 por hectárea, de ello el 35% representaron las ganancias netas. La relación beneficio neto fue de 1.35, y el punto de equilibrio para esta actividad fue de 4,987 kg. es decir, con casi 5 toneladas de piloncillo se cubren todos los costos de producción.

" Ser consiente de la propia ignorancia
es un gran paso hacia el saber"

**I.- MARCO DE REFERENCIA PARA LA CARACTERIZACIÓN Y PERFIL
DE RENTABILIDAD DEL PILONCILLO EN PUTLA, OAXACA.**

1.1.- Antecedentes.

En México al igual que otros países se consumen productos azucarados obtenidos a partir de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Uno de esos productos cuya elaboración en la mayoría de los casos se hace artesanalmente es el piloncillo. Este es un producto obtenido del jugo de la caña de azúcar, el cual ha sido concentrado a presión atmosférica, cristalizado y moldeado en forma de pilón.

En México la cantidad e importancia de este producto, ha cambiado en el transcurso de este siglo. A principio de siglo, este producto aportaba el 49% de la producción nacional de azúcares de caña, y actualmente representa menos del 3.5% de la producción nacional.

Aunque la cantidad producida de piloncillo es relativamente baja, no por ello deja de ser un producto alimenticio para la población, un producto que absorbe tanto materia prima (caña de azúcar), que ocupa mano de obra y que se encuentra íntimamente relacionado a un *modus vivendi* de campesinos de algunas regiones cálidas de México¹.

Existe poca información referente al piloncillo, puesto que no ha habido interés en profundizar su estudio. Se desconoce cual es la cantidad real producida anualmente, el porqué ha disminuido la producción, el cómo se estará elaborando, bajo qué condiciones se está desarrollando esta producción, qué usos se le da a este producto, así como qué condiciones de elaboración influyen en la calidad de producto obtenido.

Al piloncillo se le conoce también como "panela", que es una forma en la cual se presenta el producto de los trapiches, llamadas también pequeñas industrias azucareras o artesanos azucareros; en varios países del mundo donde se cultiva caña de azúcar existen estas pequeñas industrias azucareras; en ellas se fabrican productos cuya elaboración es

¹.- Romero Lima María del Rocío. "Piloncillo, Producción y Calidad". Tesis profesional para obtener el título de Ingeniero Agrónomo especialista en Industrias Agrícolas. Chapingo, México 1983.

similar a la del piloncillo teniendo algunas variantes y diferenciándose en cuanto a la presentación del producto final y la denominación usada. Un término común a este producto, usada en la literatura especializada, es el de "azúcar no centrifugada".

La caña de azúcar la introduce a México Hernán Cortés, en 1523. Su cultivo se inicia en la región de los Tuxtlas en Veracruz y posteriormente en Morelos; en la hacienda de Tlaltenango, cercana a Cuernavaca, en 1524 se instala el primer trapiche que se tenga noticias en nuestro país².

Durante la segunda mitad del siglo XVI, los virreyes, por órdenes de España, favorecen el incremento del cultivo de la caña de azúcar y la instalación de ingenios. Las principales explotaciones cañeras, por orden de importancia se situaban en: Morelos, las partes cálidas de Michoacán, Puebla, Veracruz y Guanajuato, en los lugares donde las condiciones ecológicas lo permitieron, la caña de azúcar desplazó al trigo -alimento básico para la alimentación de los españoles-. La concesión de tierras para el cultivo de la caña favoreció a los españoles de mayores recursos económicos, debido a que se requería fuertes erogaciones en la instalación de ingenios azucareros.

En el siglo XVII, las órdenes religiosas de San Hipólito, Santo Domingo, San Agustín y la Compañía de Jesús, invirtieron capital en la industria azucarera y fueron propietarios de varios ingenios.

Durante el periodo colonial y el independiente se sigue incrementando el cultivo de la caña, y con ello la producción tanto de piloncillo como de azúcar. Para 1856 las plantaciones se habían extendido a otros Estados como: Jalisco, México, Oaxaca, Chiapas y Yucatán. En 1858 el cultivo de la caña de azúcar ocupaba el segundo lugar en superficie

².- Sandoval Fernando, B. *"La industria del Azúcar en la Nueva España"*. Instituto de Historia, México 1951.

cultivada, después del maíz³; en ese año se producen 42,241 toneladas de azúcar y 28,707 toneladas de piloncillo. De 1867 en adelante se incrementa el cultivo de caña con motivo de las guerras de independencia de otras colonias Españolas, entre ellas Cuba, que al disminuir su producción deja a México en posibilidades de aumentar sus exportaciones, además, de que los precios del azúcar en el exterior se habían incrementado favorablemente dadas las condiciones de expansión del capitalismo a nivel mundial. De 1881 a 1910 el verdadero interés por las plantaciones de caña de azúcar estaba centrado en la venta de azúcar por la elevadas ganancias que ello representaba, atrayendo a inversionistas extranjeros que convirtieron los viejos trapiches de Sinaloa en grandes refinerías con capital norteamericano⁴.

En el transcurso del presente siglo la superficie cultivada de caña de azúcar se ha incrementado notablemente (cuadro 1), destinándose en su mayoría a la producción de azúcar, debido a su gran aceptación en el mercado tanto interno como externo. En tanto que la industria del piloncillo se desarrolla con más limitaciones, no se capitaliza, se produce en la mayoría de los casos con técnicas tradicionales, artesanales, con bajos rendimientos, por lo que no puede competir en las mismas condiciones que la industria azucarera.

³.- Lara Andrés y Luis Moro. "EL siglo de la Integración". *Historia General de México*, Tomo II, el Colegio de México, México 1976.

⁴.- López Rosado Diego. "Historia de la Agricultura y Ganadería, Editorial Herrero, México 1977.

Cuadro 1. Características de la producción de piloncillo en México.

Años	Porcenta- je de piloncillo	Porcentaje de Azúcar	Prod. de piloncillo (ton)	Prod. azúcar (ton.)
1900-05	49.2	50.8	77,330	79,629
1925-29	34.0	66.0	82,717	160,313
1930-34	25.5	74.5	72,212	210,988
1935-39	18.4	81.6	67,192	298,235
1940-44	23.7	76.3	11,987	369,267
1945-49	24.0	76.0	155,492	491,392
1950-54	20.0	80.0	178,271	710,180
1955-56	20.4	79.6	211,170	822,733
1965	8.4	91.6	183,149	1,982,969
1975	0.34	99.66	8,713	2,548,295
1978	0.42	99.58	12,000	2,849,361

Fuente: Unión Nacional de Productores de Azúcar, S.A. Comisión Nacional Azucarera 1980, México.

Durante la época de la revolución mexicana, la producción de azúcar y piloncillo es muy fluctuante, en la década de los 40's y 50's se registra un incremento del 24% en la producción de piloncillo. Durante la década de los 50's México llega a exportar piloncillo, la FAO registra un volumen de producción de 155,000 ton. de piloncillo⁵.

Es conveniente considerar que el decremento en la producción de piloncillo, se debió principalmente a la competencia desfavorable con la industria azucarera, la baja productividad, los altos costos de producción, los bajos precios de venta y la falta de seguridad en cuanto al precio del producto⁶.

⁵.- Banco de México, Oficina de Investigaciones Industriales. "Tendencias y Crecimientos de la Industria de la Transformación en México". México 1961.

⁶. II Reunión Internacional de la Caña de Azúcar en la Alimentación Animal. Oaxtepec, Morelos 1978.

1.2.- Importancia de la Agroindustria del piloncillo

En las últimas décadas México atraviesa por una crisis de la industria azucarera en general, afectando directamente a los pequeños productores de caña de azúcar, debido a la privatización de las misma (ingenios azucareros). Sin embargo, los pequeños productores que poseen una arraigada cultura cañera, permanecen en sus municipios con su forma tradicional de cultivo. Se trata de aquellos productores que tradicionalmente destinan su producción de caña a la elaboración de piloncillo y obtención de aguardiente. Esta constituye una de las agroindustrias más marginales de México y América Latina, con una forma de agroindustrialización tradicional (típica) de la caña de azúcar. Sin embargo, un número no suficientemente precisado ni estudiado depende de esta actividad, con arraigada tradición en muchos municipios de México, principalmente los localizados en los Estados como Oaxaca, San Luis Potosí, Veracruz, Nayarit, entre otros.

Cuadro 2. Producción de piloncillo por entidad federativa, 1975.

Entidad Federativa	Núm. Establec.	Personal Ocupado	Producción Bruta Total (ton)
San Luis Potosí	2,624	6,193	29,769
Veracruz	196	1,145	13,032
Nayarit	27	706	24,043
Oaxaca	56	417	2,525
Michoacán	12	116	1,905
Zacatecas	4	112	1,718
Chiapas	54	309	1,267
Nuevo León	14	31	492
Jalisco	5	94	448
Otros.*	5	149	6,598
Total	2,997	9,272	81,797

Fuente: S.P.P., C.G.S.N.I; X Censo Industrial 1976, Tomo I, México, 1979.

*Puebla, Guerrero y Tamaulipas.

Los principales Estados de la República Mexicana, que producen importantes volúmenes de piloncillo son: Veracruz, Morelos, Puebla, Michoacán, Guanajuato, Oaxaca y Chiapas. Aunque no se reportan las cantidades de producción se sabe que esta actividad se realiza bajo condiciones rudimentarias de producción (cuadro 2). La importancia de esta actividad radica en el personal ocupado, San Luis Potosí, ocupa el primer lugar, en cuanto el volumen de la producción aporta casi el 30% del volumen total, y más del 80% en número de establecimientos.

Uno de los municipios productores de piloncillo y aguardientes es el de Putla, Oaxaca, que cuenta con 40,000 habitantes (INEGI 1990). En esta localidad el cultivo de la caña de azúcar con propósito de la producción de piloncillo y aguardientes constituyen una cultura que data desde los primeros años de la colonia⁷. De hecho, constituye la principal actividad económica, conjuntamente con la producción ganadera en pequeña escala, ambas producciones realizándose en forma no integrada. Esta mantiene condiciones de producción mercantil simple, en donde los productores son dueños de la tierra (pequeña propiedad y/o comunal), y la principal fuerza de trabajo es de tipo familiar, aunque el producto final (aguardiente y piloncillo) sea destinado al mercado regional (mercado muy restringido).

El municipio de Putla de Guerrero Oaxaca, se produce grandes volúmenes de piloncillo (> 4 mil ton). En las últimas décadas este endulzante ha sido suplantado por sustitutos modernos como el azúcar granulado, lo que ha representado un rezago en los precios, dando como consecuencia una baja productividad por falta de modernización en el proceso productivo.

⁷ Informe del proyecto productivo, presentado por los productores y la asociación de zootecnistas de Pinotepa Nacional Oaxaca.

1.3.- Problemática del Municipio de Putla.

El municipio de Putla de Guerrero, Oaxaca, es uno de los más marginados del estado de Oaxaca, cuya Problemática se resume en los siguientes puntos:

La producción de aguardiente y piloncillo ha enfrentado desde hace varios años una aguda crisis, provocada en primer lugar por la competencia que al piloncillo (panela) hace la penetración del azúcar granulado, que se ha introducido a estas localidades por la mayor vinculación del municipio y la ciudad, gracias a la construcción de infraestructura de la comunicación.

Esto ha facilitado el proceso de sustitución del consumo de piloncillo por azúcar granulado; y en segundo lugar por la penetración en dichas zonas, de las cervezas y demás alcoholes, bebidas que constituyen un atractivo sustituto de los aguardientes y con gran aceptación de las generaciones más jóvenes de dichas localidades. A esto hay que agregar la campaña agresiva que para el desarrollo de este proceso llevan a cabo las empresas vinícolas y cerveceras más importantes del país, en una franca lucha por conquistar esos segmentos marginales del mercado.

En consecuencia, año con año se sustituye cada vez más el consumo de piloncillo y aguardiente por azúcar granulado y cerveza, colocando en situación cada día más precaria aquellos productores de los bienes sustitutos (piloncillo y aguardientes).

La otra actividad económica importante en la región es la ganadera, misma que es muy dependiente de los pastos naturales de la región. Sin embargo, en esta zona, la costa chica de Oaxaca (sierra Sur), de los doce meses del año, cuatro son los meses lluviosos y el resto de sequía, lo que hace muy vulnerable a la producción ganadera, reduciendo los beneficios a los pequeños productores, cuya condición económica no les permite adquirir en el mercado complementos alimenticios para esta temporada.

1.4.- Justificación de la Investigación.

Actualmente nuestro país se encuentra inmerso en una situación socioeconómica que actúa en un marco de grandes contradicciones, afectando fundamentalmente a la población de escasos recursos económicos. Esta situación cobra especial importancia en algunas regiones marginadas de la República Mexicana, principalmente en aquellas que se ubican en la parte Sur del país, en su mayoría caracterizada por una economía de autoconsumo que se desenvuelve en el medio rural.

A nivel nacional, de la población económicamente activa (PEA); el 23% se ocupa en la agricultura, aportando el 7% al producto interno bruto (PIB) mientras que 9 millones de mexicanos se encuentran desempleados o son migrantes⁸.

La economía oaxaqueña se ha caracterizado por su bajo dinamismo, determinado por un gran número de factores de carácter ecológico, demográfico y geográfico, y de obstáculos generados dentro del propio sistema económico. Alrededor del 70% de la población se desenvuelve en el medio rural y cuatro quintas partes de la población económicamente activa tiene alguna ocupación en la actividad agropecuaria. Sin embargo, la desorganización de los productores, la falta de créditos, la deficiencia y falta de asesoría técnica, los procesos inadecuados de comercialización, el escaso desarrollo de la investigación, además de la problemática agraria, el minifundismo y la concentración de la tierra; son factores que han contribuido a la miseria de la población rural, los bajos niveles de productividad del campo, el elevado desempleo, la migración, etc. (Rey, H; 1993).

En la región de Putla de Guerrero se han realizado pocos estudios sobre la producción de piloncillo y no se han abordado su problemática, estos productores, en su mayoría no conocen cual es la rentabilidad de la misma, por tanto, el presente trabajo

⁸.- INEGI, 1990. *XI Censo General de Población Y Vivienda*.

constituye una aportación para los pequeños productores de piloncillo, para conocer cual es la rentabilidad de este producto, y cual puede ser el margen de ganancias.

Además, se pretende que el productor se estimule para seguir con este cultivo (caña), darle a conocer el papel social que para la región representa esta actividad, por ser el segundo en importancia por superficie cultivada después del maíz, y el primer en importancia por la derrama económica para la región. Es una actividad generadora de empleos, para la región, ya que cada año emplea alrededor de 3000 personas.

1.5.- Delimitación Geográfica.

La zona objeto de estudio es el municipio de Putla de Guerrero, Oaxaca, (fig. 2) por ser la región donde se cultivan caña de azúcar para la producción de piloncillo, en concreto se analizará la producción de piloncillo que se realiza en el valle del municipio de Putla, donde se halla la principal producción de toda la región.

En esta zona existen 96 Trapiches de piloncillo⁹, de los cuales se tomaron datos de un productor, que produce piloncillo a nivel comercial, con la utilización de mano de obra asalariada, la extensión del rancho es de 80 Ha. cuenta con 16 Ha. de Caña de azúcar, un trapiche, con molino movido por medio de una noria (agua), y el resto del trapiche es similar a los demás productores.

El valle de Putla comprende alrededor de 3,500 Ha., las cuales se cultivan 786 Ha de caña, concentrándose la mayor parte en el municipio de Putla (cuadro 3).

⁹.- Oscar, Zárate, 1994. Resumen de Tesis, para obtener el grado de ingeniero agrónomo, fitotecnista, UACH.

Cuadro 3. Superficie destinada al cultivo de caña de azúcar en Putla (BANCRISA, 1993)

Municipio	Agencia	Superf. (Ha)
Putla de Guerrero	Zafra	124
	Palizada	25
	Palizada	32
	Cuadrilla de Alvarez	28
	Concepción Progreso	57
	Sesteadero	24
	La Laguna	43
	Asunción Atoyaquillo	156
	Tortolita	22
	Llano de San Vicente	36
Constancia del Rosario	La Joya	32
		158
	Santa María Pueblo Nuevo	49
Total de Hectáreas		786

*Fuente: Zárate G. Oscar, Resumen de tesis, 1994.

En esta región se cosechan anualmente alrededor de 48,000 toneladas de caña, que se procesan en 96 trapiches, que producen un total de 4,800 toneladas de piloncillo, con una derrama económica del orden de 12,000,000.00 (doce millones de pesos), además genera un total de 1,500 empleos durante la zafra, obteniéndose una enorme cantidad de subproductos.

En Putla, el 48% de la población es menor de 14 años, lo que revela la incidencia de la población joven en la entidad. Las actividades económicas de la zona en su mayor parte se emplean en actividades del sector primario (agropecuario y forestal 80%) y al sector secundario sólo el 5%, que se refiere a la industria y el resto 15% se dedican al sector terciario que son los servicios y al comercio¹⁰.

¹⁰.- INEGI, 1990. XI Censo General de Población y Vivienda.

1.6.- Planteamiento del Problema.

El objetivo principal del sector campesino es la reproducción de las condiciones de vida y de trabajo, por lo cual deben disponer de los recursos necesarios para generar un producto de valor equivalente a las necesidades de consumo básico. Los agricultores campesinos constituyen un estrato fluido con una formación de capital muy reducida y errática. Además, se caracteriza por el uso de la fuerza de trabajo fundamentalmente familiar, con un potencial productivo de la unidad insuficiente para la alimentación de la misma; generalmente usan pocos insumos de origen industrial, la mayoría de estos son obtenidos de sus propias unidades de producción o de la región.

Por tanto, los pequeños agricultores tienen una pequeña base de recursos que genera un nivel de vida muy bajo que supone la pobreza absoluta, dependen en mayor o menor grado de la producción de subsistencia y tienden a quedarse al margen de la sociedad nacional, en términos de influencia política, y de servicios sociales. La mayoría tienen truncadas sus vidas y padecen de enfermedades y mal nutrición, llegando incluso al extremo de no tener para el propio sustento ni para la reproducción de la familia.

Desde el punto de vista económico, las características más importantes de los agricultores campesinos es la escasa base de recursos con que tienen que operar. En general, manejan solo una pequeña superficie de tierra, que en la mayoría de los casos es pobre, agotada y muy fragmentada; tiene un nivel sumamente bajo de capital humano en cuanto a educación, conocimientos y salud con que han de trabajar; padecen de endeudamientos y falta de acceso al crédito institucional. Simultáneamente hacen frente a mercados y precios inestables, tienen poca o nula ayuda para la asistencia técnica y escasa participación en el funcionamiento de las instituciones rurales; poco acceso a los servicios públicos y son fácil presa de los poderosos de la sociedad nacional. En consecuencia la existencia del pequeño agricultor es con frecuencia precaria y los efectos del mal tiempo o de los precios pueden resultar desastrosos por el bajo nivel de ingresos que estos puedan tener.

Además, los pequeños productores tienen que tomar decisiones administrativas frente a la incertidumbre relativa del clima que prevalecerá, la incidencia de plagas y enfermedades, los precios con que se enfrentarán, el rendimiento, entre otras. En consecuencia, las decisiones de los agricultores son de riesgo; no pueden estar completamente seguros del resultado de su elección. Lo anterior refleja que cualesquiera que sean sus metas, si desean alcanzarlas de la mejor manera posible, dadas las limitaciones mencionadas, el pequeño productor deberá hacer siempre su elección de manera que sus recursos (tierra, mano de obra y capital) se empleen de tal manera que el nivel de producción que le reporten sea el óptimo y por tanto, aumente el nivel de ingreso de la explotación.

Dadas las características anteriores, el problema radica en identificar con la mayor certeza posible las variables cuantitativas que presentan efectos significativos en los niveles de rendimiento en la producción de piloncillo, vía la aplicación de los principios de la teoría microeconómica a fin de que las evaluaciones que se realicen permitan proporcionar al productor alternativas de cambio, para la maximización del ingreso familiar.

Por lo tanto, el presente trabajo considera la posibilidad de proporcionar recomendaciones agroeconómicas que permitan a los productores incrementar los niveles de productividad, a través de un manejo más eficiente de los recursos productivos, naturales y económicos de que disponen los productores agrícolas.

1.7.- Objetivos.

1.7.1.- Objetivo General.

El propósito del presente trabajo es servir de orientación acerca de los posibles usos más eficientes de los recursos agrícolas empleados en la producción de piloncillo en Putla de Guerrero Oaxaca, a fin de incrementar los ingresos de los productores.

1.7.2.- Objetivos Específicos.

- 1.- Elaborar un perfil técnico-económico de la agroindustria panelera, en el que se caracterice la situación actual tomando como referencia el proceso de desplazamiento de esta producción por endulzantes modernos como el azúcar granulado.
- 2.- Identificar aquellos factores técnicos de la producción, que ejercen una influencia significativa sobre el rendimiento del piloncillo, bajo las condiciones técnicas imperantes en este proceso.
- 3.- Realizar una evaluación financiera para determinar la rentabilidad de la producción de piloncillo en la zona.
- 4.- Detectar los gastos innecesarios que realizan los productores de piloncillo y proponer una alternativa de producción al mínimo costo y máximo rendimiento.

1.8.- Hipótesis

- 1.- La producción de piloncillo en el municipio de Putla de Guerrero Oaxaca, es importante por los aportes a la economía regional y es uno de los pilares más importantes en cuanto al valor de la producción.
- 2.- La estimación pertinente y adecuada de funciones técnicas y marginales de producción dará pautas para generar recomendaciones técnico-económicas que permitirán, en el corto plazo, realizar cambios técnicos y económicos en beneficio de los productores agrícolas.
- 3.- La diversificación productiva de la caña de azúcar y subproductos, constituye una forma para eficientizar la actividad agroindustrial de la zona de estudio.

1.9.- Metodología.

La obtención y registro de la información debe ajustarse a cierto método para que sea verificable y debe cubrir todos los aspectos que sean necesarios para la explicación de los procesos estudiados.

Para cumplir con los objetivos planteados, y obtener la información necesaria para la realización del presente trabajo, en el valle de Putla villa de Guerrero ubicado en la Sierra sur del Estado de Oaxaca, utilizaremos la siguiente metodología.

1.- Método Documental. Para conocer los antecedentes relativos al problema de estudio y obtener una visión adecuada de la situación que priva en el área de trabajo; se obtuvo la información necesaria mediante la revisión y análisis de los materiales bibliográficos consultados en bibliotecas, tanto de Chapingo como de otras instituciones (bibliotecas públicas del Estado de Oaxaca).

2.- Observación Directa. Mediante la observación directa de la situación socioeconómica actual que priva en la zona de estudio, utilizando la capacidad perceptiva y de interpretación; se obtuvo la información complementaria, realizando para esto un recorrido participativo por la región de estudio y visita de algunas unidades de producción (trapiches).

3.- Entrevista: Mediante una guía de preguntas se estableció comunicación con informadores de la región, como son los dueños de trapiches. El tipo de entrevistas fué la abierta, para dar al informante la libertad de expresarse oralmente acerca de sus opiniones, conocimientos y experiencias, que nos proporcionaron la información necesaria sobre los aspectos de interés.

4.- Encuesta. Es una técnica cuantitativa que para su aplicación exige la detección de las variables más importantes que se utilizaran en el desarrollo de la investigación, para nuestro caso, fueron: Tamaño de la parcela, Volumen de producción de piloncillo, precio de venta, proceso productivo, personal ocupado, variedad de semilla utilizada, entre otros.

Una vez terminado el trabajo de campo, el siguiente paso fue la ordenación y sistematización de la información obtenida, elaborándose la estructura de costos e ingresos.

En la estructura de costos, se detectaron algunos problemas de diseño del mismo, para lo cual primero se dividieron los costos de preparación del terreno por el número de años de vida productiva de la caña, porque sólo se realiza una en el primer año del establecimiento de la plantación. Los costos de la semilla también se utilizó el mismo procedimiento, la vida útil de las plantaciones de caña es esta zona es en promedio de 8 años.

Dentro del rubro depreciación de equipo y herramientas se incluye la depreciación de los instrumentos agrícolas de los campesinos, como son machetes, azadón, etc., para la depreciación del tractor, el cálculo fué aproximado porque además de trabajar en la parcela maquila para otras actividades. En el caso de la camioneta también se aproximó la depreciación, estos cálculos se realizaron en forma lineal, con la vida útil de cada instrumento.

En el caso de los costos variables, se estableció un punto de gastos que contempla todos los insumos que se consumen durante el ciclo productivo, se consideraron, semilla, mano de obra, lubricantes, etc.

El cálculo de los ingresos que se obtuvo a partir de los rendimientos por hectárea de caña por temporada, las unidades de medida que se utilizaron fueron el kilogramo, aunque los productores utilizan los rollos de piloncillo de 12 kg. Con ello se facilitó el cálculo de los ingresos. Se incluyeron en los ingresos, la venta de algunas pacas de puntas de caña y bagazo ya que el productor vende algunas pacas de estas como forraje para el ganado. Las cantidades de pacas son variables, porque es de acuerdo a la demanda regional.

En una segunda etapa se procedió a la sistematización y análisis de la información a fin de conferirle o no racionalidad a la conclusiones y recomendaciones previstas en las hipótesis. En esta etapa prevaleció el trabajo de gabinete y bibliotecas.

**"Vinieron: ellos tenían la biblia
y nosotros teníamos la tierra. Y nos
dijeron: "Cierren los ojos y recen".
Y cuando abrimos los ojos ellos tenían
la tierra y nosotros teníamos la Biblia.**

Desmond Totu.

II.- CARACTERIZACIÓN DE LA AGROINDUSTRIA DEL PILONCILLO EN PUTLA DE GUERRERO, OAXACA.

2.1.- Ubicación.

El valle de Putla, que comprende los municipios de Putla de Guerrero y Constanca del Rosario, se ubica al Suroeste del Estado de Oaxaca, en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, formado en una depresión montañosa que le confiere características climatológicas muy especiales; de clima cálido húmedo, es un valle de unas 3,500 hectáreas, de suelos francos y areno arcillosos, irrigables, con derivaciones rústicas de los ríos (fig 3).

Vista desde el interior del valle, se figura estar dentro de un molde (olla), su contorno se encuentra amurallada por formaciones montañosas que van desde 2,800 metros sobre el nivel del mar por el lado N.E. hasta los 1,100 metros en la parte más baja.

La zona cañera, que comprende los municipios de Constanca del Rosario y Putla Villa de Guerrero, se localiza al suroeste del Estado de Oaxaca, (ver fig. 2 y 3) entre los paralelos 17° 02' 20" de latitud norte y los meridianos 97° 56' 32" de longitud oeste. Con elevaciones que van de los 760 a 800 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 20 - 25 grados centígrados y una precipitación pluvial de 2000 a 2500 mm anuales, distribuidos de junio a noviembre, el clima de la zona lo clasifican como Am (cálido con abundantes lluvias en verano)¹¹.

¹¹.- INEGI. 1990. " X Censo de Población y Vivienda de la República Mexicana, México 1990, Edo. Oaxaca.

FIGURA 2.- DISTRITO DE PUTLA, OAX.

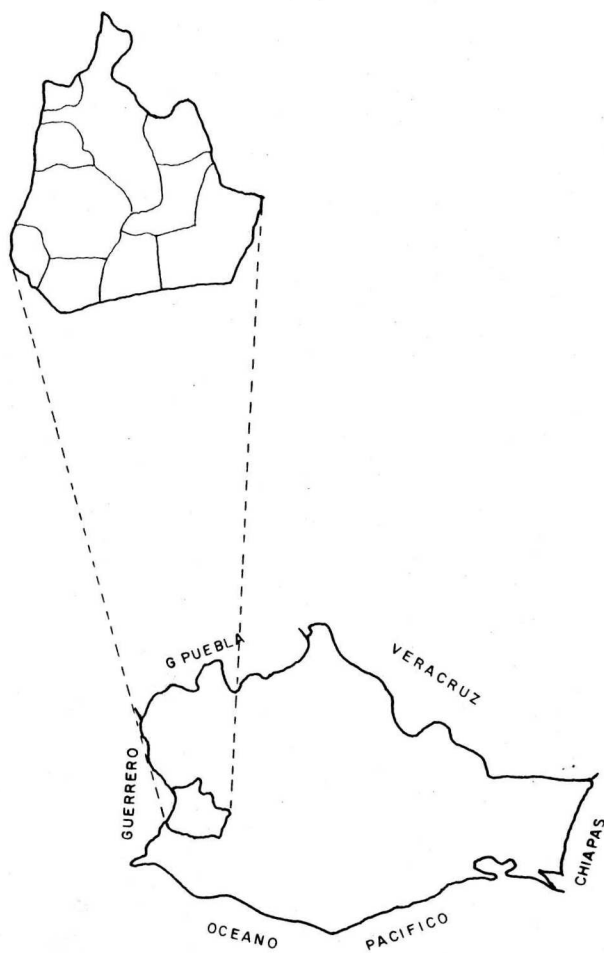
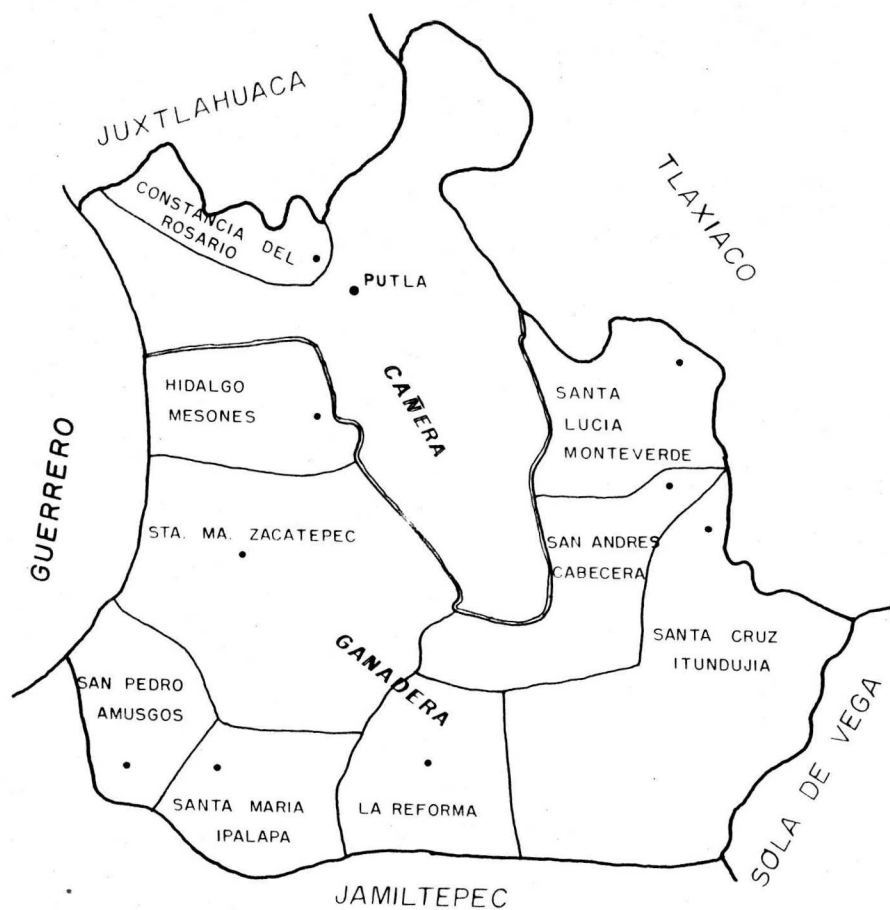


FIGURA 3.- ZONA CAÑERA Y GANADERA DEL DISTRITO DE PUTLA.



2.2.- Clasificación, Descripción Botánica y Aclimatación de la Caña de Azúcar.

La caña de azúcar es una planta que presenta la siguiente clasificación botánica:

División: Antophyta

Clase : Monocotiledoneas

Orden : Poales

Familia : Gramínea

Tribu : Andropogonea

Género : Saccharum

Especie : S. officinarum

Las variedades actuales de caña son híbridos complejos, procedentes de una diversidad de genotipos de formas cultivadas y silvestres. Dado que la planta de caña de azúcar se cultiva por medio de propagación vegetativa, cuando un híbrido es seleccionado, es relativamente fácil producirse comercialmente, en general los híbridos se caracterizan por su alto rendimiento de sacarosa, tallos largos, jugosos, rápido brote de hijuelos y resistencia a insectos y enfermedades.

Aclimatación. La caña de azúcar logra su mejor crecimiento en climas cálidos (Af, Aw), libres de heladas, tiempo soleado y cálido, dado que en condiciones de alta luminosidad estimula una mayor actividad fotosintética y mayor crecimiento vegetativo. Se ha hecho notar que con temperaturas de 26.6 °C se obtiene un óptimo crecimiento, por debajo de los 21.1 °C se retarda el crecimiento de la raíz y a 10 grados centígrados se impide el crecimiento. Requiere de verano largo y caliente con suficiente agua durante el periodo de crecimiento y clima seco, asoleado y algo frío en el periodo de madurez y cosecha (se ha observado que variaciones de temperatura diaria de 8° C en este periodo, favorece la formación de sacarosa). Considerando la altitud, se presentan cultivos de caña desde el nivel

del mar hasta poco más de 1,500 m.s.n.m, a nivel del mar la caña madura de los 12 a 14 meses, en tanto que de 1,000 a 1,500 m. maduran de 15 a 22 meses. Requiere de una precipitación anual mínima de 1,500 mm. bien distribuidos o riegos. Los vientos fuertes por lo general la perjudican, los mejores rendimientos se obtienen en suelos francos, profundos, bien drenados y con PH de 5.5 a 7.5¹².

Cultivo: La caña de azúcar se reproduce normalmente por estacas, su cultivo es polianual, perenne, en general se presentan tres sistemas de cultivo: a) Cultivos a partir de terrenos vírgenes o ciclo nuevo; b) Cultivo a partir de retoños de cepas (soca y resoca); y c) cultivo a partir de renovación de cepas o ciclo de renovación.

A partir de la siembra de ciclo nuevo, la cosecha tiene lugar a los 14 - 18 meses, el ciclo de soca y resoca dura en cambio 12 meses para su cosecha.

No en todos los lugares donde se cultiva caña de azúcar se sigue una misma secuencia, ni se hacen las mismas operaciones. En los lugares con pendientes planas, buenos suelos, precipitación pluvial suficiente o deficiente pero con riegos y en general con recursos económicos, casi todas las labores están mecanizadas. Lo contrario ocurre en los lugares con pendientes pronunciadas y suelos pobres, la extensión de siembra es mínima y no se realizan todas las labores.

La siembra puede ser manual o mecánica y se realiza colocando en el fondo del surco trozos de caña que cuentan con yemas. La distribución de la semilla se realiza de diferentes maneras: a chorro sencillo, colocando una sola hilera de trozos de caña; a chorro y medio, colocándolo de manera alternada la semilla (trozos de caña); a chorro doble, usando dos hileras y a chorro triple, colocando tres hileras de trozos de caña. La densidad de siembra varía según la distribución realizada, siendo esta de 5 a 15 toneladas por hectárea, después de la siembra se realiza la tapa o sea el poner una capa de tierra no mayor de cinco centímetros.

¹².- Romero Lima Ma. del Rocío. Piloncillo: Producción y Calidad, Tesis para obtener el título de ingeniero Agrónomo Especialista en Industrias Agrícolas, UACH. 1983, Chapingo, México.

Existen en México dos épocas de siembras en la regiones cañeras: de invierno, efectuada de agosto a enero y; de primavera que se realiza de febrero a junio.

2.3.- Proceso Productivo del Piloncillo.

El piloncillo, un producto obtenido de la caña de azúcar, es de consumo directo como sustituto del azúcar y lleva un proceso de elaboración más detallado que el panelón que se ocupa como materia prima en las fabricas de aguardiente o ron.

Tanto el cultivo como la industrialización de la caña de azúcar en Putla se realiza con prácticas artesanales. Este sistema ha probado su eficiencia por más de 200 años, siendo incluso regulador de los flujos migratorios campesinos, cuya partida y regreso esta condicionada por el término o inicio de las "moliendas".

Cuando el cañaveral haya cumplido 12 o 14 meses de sembrado, significa que la caña ha alcanzado su madurez tecnológica, esto ocurre cuando tiene un alto índice de sacarosa en caña y está lista para ser cosechada; sólo se espera que terminen las lluvias para iniciar la zafra (molienda), Para iniciar este proceso se siguen los pasos siguientes¹³:

Dos meses antes de iniciar la molienda, la caña se deshoja o "destlazola", labor que consiste en eliminar las hojas viejas y secas bajándolas a golpe de machete hasta el piso donde se forma un acolchado que además de proteger al cultivo de la deshidratación, es aporte constante de materia orgánica al suelo. El deshoje de la caña facilita la labor posterior de corte y es uno de los factores condicionantes para la clarificación del producto final; un piloncillo de color claro tiene mayor valor en el mercado que uno de color oscuro.

"Todo proceso de trabajo es la transformación de un objeto determinado en un producto definido, transformación realizada por una actividad humana específica (fuerza de

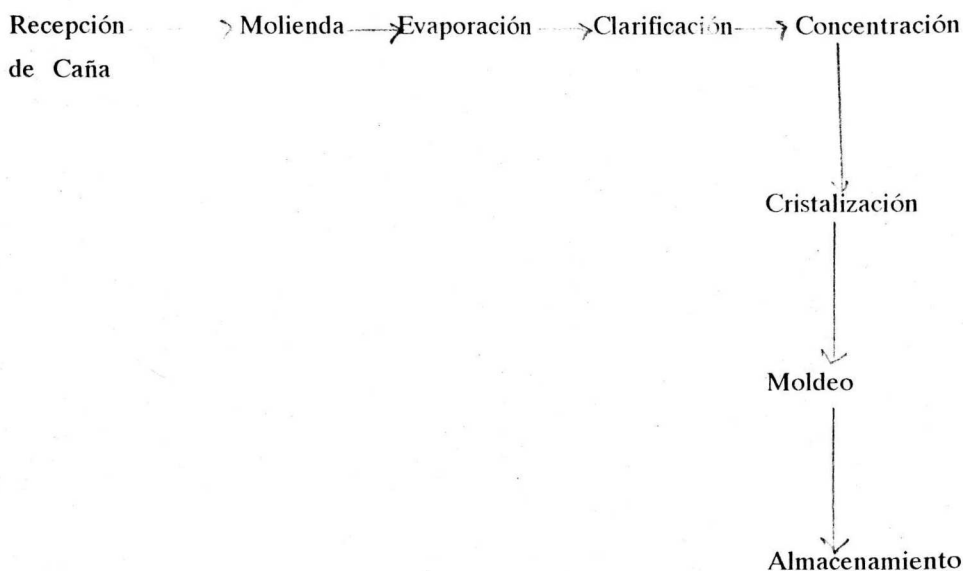
¹³.- Entrevista directa a Productores Cañeros del Valle de Putla de Guerrero Oaxaca.

trabajo), utilizando instrumentos de trabajo determinado" (medios de trabajo)¹. El cómo concretamente de la transformación de un objeto en el proceso de trabajo es lo que conocemos como técnica.

En México no existe una técnica única, por ser un país que presenta una gran variedad de condiciones geoeconómicas; estas imprimen su sello en cada proceso de producción de bienes materiales, en particular el proceso técnico del piloncillo.

Generalizando, en México se presentan tres procesos técnicos en la elaboración de piloncillo que son: proceso técnico artesano, caracterizado por la utilización de mano de obra familiar y baja calidad del producto. Proceso técnico intermedio, es más evolucionado que el anterior, se obtiene un piloncillo blanco, utilizan motores mecánicos y los procesos técnicos son en su mayoría mecanizados.

El proceso técnico del piloncillo, se presenta en el siguiente Diagrama:



Recepción de la caña de azúcar.

La recepción de la caña de azúcar comprende las operaciones realizadas desde el arribo de la caña de azúcar al trapiche hasta antes de la alimentación de ésta al molino.

Generalmente todos los trapiches disponen de un lugar donde se coloque la caña que va a ser molida. Este lugar puede ser cualquier "claro" cuyo tamaño depende tanto de la capacidad de molienda del trapiche, como de la capacidad instalada para procesar el jugo extraído.

Resulta interesante resaltar que la planta de la caña de azúcar no es usada en su totalidad para la elaboración del piloncillo, son los tallos exentos de hojas, inflorescencia y de uno a dos canutos de la parte superior lo que constituye la materia prima. La eliminación de la parte superior es importante debido a la baja cantidad de sacarosa y mayor cantidad de azúcares reductores (glucosa y fructuosa) presentes en este lugar lo cuál de incluirse en la fabricación de piloncillo incidiría negativamente en la calidad del producto.

Con los tallos limpios se forman bultos de varios tamaños según sea el caso, los cuales va a ser transportadas al trapiche. El transporte se hace con carretas tiradas por bueyes, por tractores o bien por camionetas; en estos casos el tiempo de abastecimiento está mas controlado y como normalmente los productores de piloncillo son al mismo tiempo productores de caña de azúcar, el suministro de caña varía de 2000 hasta 5000 kilogramos diarias.

Molienda.

La molienda consiste en la extracción del jugo (guarapo) mediante la comprensión de la caña entre cilindros llamados "mazas". La molienda en la producción de piloncillo es la operación más importante del proceso técnico, según sean las características del molino,

se puede tener idea de la cantidad de piloncillo a obtener así como de las condiciones económicas en las cuales se está produciendo.

Las mazas son la parte fundamental que constituye al molino, la cual puede tener dos o tres mazas, colocadas en forma vertical u horizontal. El material del que están hechos pueden ser: piedra, madera o metal. Las superficies de las mazas pueden presentar ranuras triangulares, facilitando la división de la caña y con esto la extracción del jugo, el tamaño varía según sea el modelo, generalmente se utilizan los de 22 pulgadas de largo.

Abajo de la instalación del molino se colocan tubos para pasar el jugo al tanque de recepción. Un aspecto importante del cómo funcionan los molinos se puede observar mediante la extracción del jugo. La extracción del jugo medida por la eficiencia de la molienda, "se expresa como el peso del jugo obtenido en función del peso de la caña". Para esta zona varía del 45 al 55%, es decir, que por cada 100 kg de caña de azúcar se obtiene de 45 a 55 kg de jugo. Los molinos de esta zona para accionarlos se usan ruedas hidráulicas, motores diesel o motores eléctricos.

Antes de pasar al tanque de depósito, el jugo se filtra mediante una malla o coladera que elimina partículas de bagazo, paja, tierras, etc. La molienda se hace en seco, es decir, no se le agrega agua ni jugo (agua de imbibición), en parte debido a la forma en que se realiza la evaporación (a presión atmosférica), lo cual no reporta beneficios significativos si se tiene que evaporar más agua.

El bagazo es el residuo leñoso que queda después de pasar la caña por el molino. El bagazo está constituido por humedad, sacarosa, fibras y otros sólidos solubles. Si el jugo obtenido se le determina el porcentaje de sólidos solubles totales (° Brix) y se multiplica por el factor de extracción, se obtiene una estimación aproximada del rendimiento de piloncillo caña.

El destino del jugo es para la obtención de piloncillo, en tanto que el bagazo es

utilizado fundamentalmente como combustible para el proceso, se observa que la extracción en los molinos es baja y que el bagazo obtenido contiene un porcentaje considerable de sacarosa. Del análisis del contenido de sacarosa en el bagazo en los trapiches visitados se obtuvo un contenido del 8.39% y un 24.5% de fibras en base húmeda¹⁴.

El ciclo del bagazo para el proceso se presenta así: El bagazo al salir del molino es recogido por una persona conocida como "bagacero húmedo" que lo lleva al patio de secado a extenderlo para su secado al sol. El bagazo permanece en el patio hasta que su contenido de humedad baja considerablemente (aproximadamente 5% de humedad), se requiere el movimiento o traspaleo del bagazo en el patio para que la pérdida de humedad sea homogénea. Ya seco se recoge por el bagacero seco y lo conduce cerca del horno, de manera que el fogonero disponga de él con facilidad. Se menciona que una tonelada de caña se obtienen aproximadamente 210 kilogramos de bagazo seco.

Evaporación - Cristalización.

La evaporación y clarificación es la operación siguiente a la extracción del jugo de la caña de azúcar en el proceso de elaboración del piloncillo. Para realizar esta operación, el jugo se coloca en un recipiente, la cual es una panga de lámina de hierro con tabloncillos de madera, de forma rectangular, con una capacidad de 180 litros de guarapo aproximadamente, divididas en secciones de dos para facilitar la evaporación.

Para facilitar la exposición, en seguida se hablará sobre la clarificación del guarapo, señalando que esta se da en combinación con la evaporación.

Los objetivos de la clarificación son:

- a).- Eliminar cierta cantidad de impurezas del guarapo y

¹⁴.- Romero Lima Ma. del Rocío. Tesis. Piloncillo, Producción y Calidad. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Industrias Agrícolas. Chapingo, 1983.

b).- Saturar una parte de la acidez del guarapo para evitar la inversión de la sacarosa durante la concentración.

Se conocen varios métodos para clarificar el guarapo, pero el que se usa en la fabricación del piloncillo es la adición de cal (CaO). A este tratamiento se le llama "Defecación".

La forma en que se realiza generalmente la defecación en la fabricación del piloncillo, es mediante la adición de cal apagada en polvo sobre el guarapo. Es preferible este método ya que con la lechada de cal (cal disuelta en agua), es difícil obtener siempre la misma densidad, aunque también presenta problemas debido a que la disolución de la cal en el guarapo es relativamente lento y difícil, algunas fracciones de guarapo se sobre-encalan mientras que otras se encalan insuficientemente. La solubilidad de la cal en el guarapo aumenta con el porcentaje de azúcar y disminuye con la temperatura; a los 80°C , en un guarapo que contenga del 10 al 12 % de azúcar se disuelve del 0.25 al 0.30 % de Ca^{2+} .

La operación de encalar los jugos se practica en la mayoría de los casos al tanteo, guiándose principalmente por el color del guarapo, por lo que no siempre se obtienen resultados adecuados. Las personas encargadas de adicionar la cal, toman en cuenta las características de madurez, tiempo de corte, etc. con lo cual se trata de neutralizar los posibles defectos que tuviera la materia prima.

El ingeniero León Fourton, recomienda utilizar papel tornasol para el control de la defecación, la cantidad de cal sugerida es de 60 a 100 gramos por cada 100 litros de guarapo crudo. Cuando el guarapo está en ebullición se toma lectura del PH, si esta alcalina (azul) se le puede agregar guarapo crudo para neutralizarla, si está ácido (rojo) se le agrega mas cal. La defecación correcta debe ser ligeramente ácida a neutra respecto al PH.

La cal neutraliza los ácidos del guarapo (fosfórico, cítrico, aconítico, tartárico, oxálico, etc.)² y con el aumento de la temperatura estos ácidos reaccionan con la cal formando sales

de calcio insolubles, también las materias albuminoides se coagulan, las porciones de ceras, grasas y gomas se precipitan, materiales pectricos y colorantes se destruyen o insolubilizan.

Un exceso de cal, provoca que la solución se vuelva alcalina y esto trae como consecuencia la destrucción de la sacarosa en mezclas indefinidas de ácidos, aldehídos, furfural, etc., y la formación de un color café intenso del producto.

Después de la adición de la cal, y durante la ebullición se forman espumas, que generalmente arrastran un gran porcentaje de precipitados formados por la adición de cal.

El descachalado es la eliminación de la "cachaza", "nata" o impurezas que fueron formadas durante la defecación, operación con la cual se completa la clarificación del guarapo en el proceso técnico del piloncillo. La nata o cachaza se recoge de la superficie por medio de una espumadora vaciándose a un depósito, para posteriormente eliminarse.

Evaporación.

La defecación y descachalado del jugo da por resultado un jugo claro. Este guarapo es azúcar disuelto en agua, junto con ciertas impurezas. Después de quitar la mayor cantidad de impurezas, queda por eliminar el agua, este es el objeto de la evaporación.

La evaporación se lleva al máximo cuando se obtiene una masa cocida, o guarapo concentrada al punto en que puede cristalizar, por tal razón la evaporación se separa en dos etapas: a) la evaporación propiamente dicha que va desde el guarapo claro a la obtención de la miel y b) el cocimiento que comienza de la miel justamente antes de que los granos aparezcan en la meladura (solución saturada) la cual representa la máxima concentración posible, la temperatura en que se realiza la evaporación es de 60 y 120°C³.

En la fabricación del piloncillo la evaporación del guarapo se realiza a presión atmosférica y a fuego directo. El horno es fabricado de mampostería sobre las cuales se

coloca el equipo de evaporación. Los hornos están dispuestas en su interior por un extremo se tiene la alimentación del bagazo seco y por el otro se encuentra la chimenea que da paso a los gases de la combustión. El calor suministrado procede fundamentalmente de la combustión del bagazo seco. Se menciona que bagazo con 5% de humedad y 19.42 % de sacarosa, libera 3,834 Kcal/kg. de bagazo consumido.

Debe mencionarse que existe en general un desperdicio de calor, ya que se pierde calor por radiación, así como por la mala distribución de los gases de combustión; además de perderse calor, se pierde azúcar dado que al ebullición el guarapo, no solamente ebulle agua, la pérdida de azúcar llega a representar un 20% en la operación de evaporación⁴.

La velocidad de evaporación depende de las características del material que se está evaporando, así como de la transmisión de calor en el evaporador. Se ha observado que a mayor concentración la evaporación es mas lenta, cuando los jugos no están bien clarificados se retarda más la evaporación. Por otra parte, si no se menea la miel y se deja que se formen incrustaciones, la transmisión de calor es imperfecta; la espumación excesiva también causa problemas durante la evaporación del guarapo, es prácticamente común la adición del cebo de res el cual se usa como antiespumante.

Concentración.

La concentración es la parte final de la evaporación, conocida como cocimiento; en esta la solución se satura, el punto de piloncillo se obtiene aproximadamente a los 85° Brix, con temperaturas que varían de 110 a 115 °C.

La determinación de este punto varía según sea la composición de la meladura, ya que la solubilidad y el punto de saturación disminuye cuando disminuye la impureza y aumentan otras sustancias que no son sacarosas, sustancias como Glucosa, sales, minerales, etc.⁴.

Para la determinación del punto de piloncillo se realiza en forma empírica de la siguiente forma; el calderero humedece en agua sus dedos índice y pulgar, toma con el rastrillo (objeto con que mueve la miel y la meladura, hecho de un mango largo de madera y una pieza rectangular en su extremo también de madera) un poco de jarabe, le sopla para enfriarlo, y lo frota entre sus dedos. Si la solución se desprende completamente de los dedos y si la esfera formada truena al lanzarse sobre la lámina del evaporador, la solución está en "punto de piloncillo", o sea que ya tiene la concentración adecuada de sacarosa. En este momento se interrumpe el calentamiento y se saca el fluido con ayuda del rastrillo a un tanque para realizar la siguiente operación.

Cristalización.

La cristalización es la operación mediante la cual el azúcar en solución se transforma en azúcar cristalizado (partículas sólidas de forma poliédrica).

Toda cristalización se genera a partir de una solución sobresaturada; en caso de la elaboración del piloncillo, la sobresaturación se obtiene cuando se disminuye la solubilidad de los sólidos en la solución que la contiene.

Para obtener una solución sobresaturada se puede evaporar el agua de la solución saturada o bien se obtiene enfriando la masa cocida para disminuir la solubilidad.

Con la cristalización obtenemos un material sólido (partículas de tamaño uniforme, cristales de sacarosa) y un material líquido (masas fundidas y aguas madres). Para que se logre una adecuada cristalización en el piloncillo debe estar la meladura a una concentración de 84 a 85 ° Bx y además tener una determinada pureza, es decir, que de los sólidos totales de la meladura la mayor parte la constituya la sacarosa, ya que de hecho es la sacarosa la que se cristaliza.

Cuando el porcentaje de azúcares reductores aumenta, la cristalización se hace difícil, dado que los azúcares reductores no cristalizan, razón por la cual durante el proceso debe evitarse la inversión de sacarosa en estos azúcares. Así mismo, la cantidad de ácidos orgánicos, sales minerales e impurezas, si se encuentran en la meladura en proporciones relativamente altas son un factor contraproducente en la obtención de un piloncillo sólido.

A partir de la solución sobresaturada, que en el caso de la producción de piloncillo se obtiene enfriando la meladura, se distinguen dos etapas de la cristalización: a).- la nucleación o formación de cristales y b) la del crecimiento del cristal. La nucleación se produce como consecuencia de rápidas fluctuaciones locales a escala molecular en la meladura⁵.

Cuando una solución sobresaturada, líquida, se encuentra sin partículas sólidas, la formación de cristales se hace homogéneamente. En el caso de la producción de piloncillo, la meladura generalmente tiene ciertas partículas sólidas (originadas de las impurezas presentes debido a una clarificación inadecuada) por lo que comúnmente la nucleación es heterogénea. Las impurezas de la meladura también afectan la velocidad de nucleación.

La nucleación se favorece con la energía mecánica (agitación, bombeo, choque de la solución contra las paredes)⁶, razón por la cual en la elaboración del piloncillo es práctica común en el que después de enfriar la masa cocida para sobresaturarla, se agite para favorecer la formación de cristales.

Después de formados los núcleos de los cristales, éstos empiezan a aumentar de tamaño. El término de esta fase se logra hasta el moldeo del piloncillo. La forma de como se logra la nucleación en la elaboración del piloncillo es que la meladura se pasa a una canoa de madera que cuenta con un batidor, el cual es accionado manualmente.

La velocidad de cristalización y el enfriamiento está en función de la velocidad de agitación, observándose que este varía de 9 a 30 minutos, según sea el caso.

En la producción de piloncillo, son las personas llamadas "piloncilleros" los que determinan cuando parar la agitación, cuando está lista la masa para envasarse. Al punto donde se obtiene una masa adecuada se le llama "punto de enfriado", el cual se determina usando una pala que se sumerge en la masa, se levanta y se observa como escurre el piloncillo. Si el escurrimiento es discontinuo, y si cuando casi todo ha escurrido se observa la formación de dos filamentos donde había uno, es cuando se obtiene el punto de enfriado.

Moldeo:

El paso siguiente después del enfriamiento y nucleación de la masa cocida, es el moldeo. Durante el moldeo finaliza el proceso de cristalización, consiguiendose la aglutinación de los cristales individuales hasta formar una masa sólida compuesta de cristales amorfos de sacarosa, glucosa, fructuosa, agua y otras sustancias.

Para obtener un producto bien moldeado es necesario que:

- 1.- La solución esté en punto de saturación, ya que de lo contrario, el tiempo para alcanzar la sobresaturación mediante el enfriamiento, batido y para terminar la cristalización en el moldeo, aumentan considerablemente, produciendo un producto final blando y húmedo (lloroso).
- 2.- Si la solución en el evaporador permanece después del punto de saturación, puede quemarse o caramelizarse, dadas las altas temperaturas que se alcanzan en la fase final de cocimiento, razón por la cual el producto se oscurece y disminuye su calidad. En el caso en que las temperaturas no sean tan altas para producir caramelización si se mantiene mas tiempo se invierte rápidamente la sacarosa, provocando que el producto no pueda moldearse, o bien producir un producto blando.

3.- Si la solución se envasa antes de que inicie la nucleación, el tiempo de enfriamiento en el molde será mayor, obteniéndose un producto cuya masa será poco uniforme y de cristales grandes.

4.- Si se envasa la masa mucho después de que inicie la cristalización, el llenado de los moldes será difícil, dado que la masa se habrá solidificado.

La forma de piloncillo (cono truncado) no es la única forma en que se presenta el producto. En México existe una gran cultura en cuanto a forma, tamaño, "clase", azúcares castaños no centrifugados hechos de caña de azúcar, así como también existen diferentes formas, tamaños y materiales con que están hechos los moldes.

El moldeo puede hacerse sobre bastidores que tienen de 5 a 12 moldes por bastidor, en forma de pilón. El peso promedio en estos casos es de 250 gr por piloncillo.

El llenado de los moldes se realiza manualmente. Generalmente antes de llenarse los moldes se humedecen, permitiendo con esto que el desenvase sea más rápido. Después de llenar los moldes se dejan reposar en posición vertical sobre mesas o tableros para que se termine la cristalización y se enfíen.

Para desenvasar se toma el molde, se invierte de posición, se golpea inclinadamente contra la mesa o tablero y se levanta el molde para dejar en libertad al producto moldeado.

Empaque:

Los piloncillos se colocan dentro de sacos o costales de polietileno en grupos que pueden tener 10 a 16 piloncillos, pesando aproximadamente 12 kilogramos.

Almacén:

Después de empacado el piloncillo se almacena en un lugar aereado para que no se caliente en exceso y evitar el reblandecimiento del producto. En el almacén finaliza el proceso técnico del piloncillo, que es donde se tiene el producto listo para su distribución y consumo.

2.4.- Factores que Determinan la Calidad del Piloncillo.

Son muchos los factores que afectan a la caña de azúcar, a saber, variedad y edad de la caña, zona de siembra, la calidad del terreno, la aplicación de fertilizantes, la quema o no del cañaveral, el momento del corte, el tiempo del almacenamiento hasta su molienda, etc.⁶. En la caña de azúcar el factor humedad es muy importante ya que de no conservar el terreno un límite adecuado de humedad, se produce deshidratación de la caña que se manifiesta en descensos de pureza, pocos jugos, brusca subida de sólidos, aumentos sustanciales de sólidos no azúcares con tendencia a mayores pérdida de sacarosa en el proceso⁷.

La caña debe cortarse en buen estado de madurez, cuando contenga alrededor del 0.5% de azúcares reductores⁸. Cañas no sezonadas (maduras) tienen purezas bajas, gomas abundantes y azúcares invertidos en alto porcentaje, dando por resultado mal piloncillo. Tallos con mucho cogollo tienen jugos con impurezas y por tanto poca sacarosa. Cañas desarrolladas en suelos salinos dan jugos en cuyas mieles no cristaliza la sacarosa, produciendo piloncillo blando de mal aspecto. Cañas producidas en suelos húmedos o del primer corte en tierras fértiles o de inmediato desmonte dan cañas "guarapudas", cañas cuyos jugos presentan azúcares muy diluidos. Cañas sobremaduras tienen baja pureza, alto contenido de azúcares no cristalizables produciendo piloncillo blando de textura floja⁹.

Se señala como un factor importante el periodo entre el corte y la molienda. En climas cálidos las cañas una vez cortados se descomponen rápidamente, la caña debe molerse

dentro del rango de 24 horas después del corte. Cañas oportunamente molidas dan jugos de mejor purezas, mieles de cristalización más rápida, mayores cristales y mejor producto. Después del corte hay pérdida de agua, inversión de sacarosa en glucosa y fructuosa, y simplificación de albúmina en ácidos y gomas. Cañas procesadas después de varios días de corte, cañas fermentadas, dan piloncillo oscuros, de mala textura y sabor⁹.

Respecto a las condiciones de proceso se ha observado lo siguiente: con excesiva presión de las masas del trapiche, al guarapo pasan sustancias colorantes que lo tiñen y gomas que impiden la formación de cristales; debe extraerse cerca del 55% del jugo por peso de caña. Dado que la limpieza de los jugos en la elaboración del piloncillo se hacen con medios rudimentarios; debe evitarse mezclas de guarapos de diferente calidad, mezclas de cachaza con el guarapo, así como calentar guarapos muy ácidos¹⁰.

En la defecación el abuso o defecto de cal puede ocasionar pérdidas de calidad. Dosificaciones deficientes dan jugos de apariencia turbia y posteriormente granulación lenta e imperfecta (cristalización); dosificaciones excesivas, limpia mejor los jugos pero al aumentar el PH produce sales de color obscuro, al combinarse azúcares reductores con cal a altas temperaturas³, se reporta que se requieren mas cal en los jugos provenientes de cañas de: Suelos de reciente desmonte, floreados, pasados de madurez, sin sazonomiento, de primer corte, en suelos ricos en materia orgánica, de dos o mas días entre corte y molienda, fuertemente atacados por parásitos. Requiere menos cal jugos de caña: sazomadas o maduras, producidos en suelos sueltos (pedregosos, arenosos), molidas rápidamente después del corte, sanas y de socas¹⁰.

Los mejores colores se obtienen con guarapos de mayor pureza cuya acidez se neutraliza previamente con cal, la consistencia y el aspecto del piloncillo depende también de las condiciones en que se realiza el enfriamiento. Enfriamiento rápido y agitación energética produce grano fino, obteniéndose un producto de mejor consistencia y aspecto. Enfriamiento lento y sin agitación dan cristales grandes y además si el guarapo es de baja calidad se obtiene piloncillo blando, amelcochado⁹.

2.5. - Formas de Utilizar los Subproductos.

Los subproductos de la agroindustria del piloncillo son diversos y se clasifican de la siguiente forma:

1.- Residuos de cosecha.

Se considera residuos de cosecha todo el material que queda en el campo o en los centros de acopio en donde se limpia la caña. Se pueden distinguir dos tipos de componentes: el primero está formado por el material verde, como cogollos y caña fresca y el segundo por las hojas secas y caña seca o podrida. Los primeros aportan azúcar en su jugo y pequeñas cantidades de proteína, minerales y vitaminas, mientras que los segundos se caracterizan por su alto contenido de fibra.

El valor nutritivo de los residuos de cosecha es bajo, con un contenido de proteína de alrededor del 5% y su digestibilidad es del 60 % debido a su alto contenido de fibras. Esta composición es muy variable depende de la variedad y proporción en que se encuentran los grupos arriba mencionados.

Los residuos de cosecha representan hasta un 30% del tonelaje total, siendo por su alto volumen una fuente valiosa para la producción masiva de alimento para bovinos, pero el bajo nivel nutritivo y el alto costo de recolección en el campo y su posterior transporte ha limitado su uso. En algunos países (Cuba y República Dominicana) a los residuos de cosecha se repica y se suplementa con melaza, urea y sales para incrementar su valor nutritivo.

En la región los residuos de cosecha, se utilizan en muy baja proporción para la alimentación del ganado, solo se repica sin adicionarse ningún suplemento. La mayor parte de los residuos se queda en los cañaverales cumpliendo la función de protección al suelo, control de malezas y la más importante incorporación de materia orgánica al suelo.

2.- Bagazo.

Con el nombre de bagazo se conoce al producto remanente de cada molienda de la caña de azúcar, luego que se ha extraído el jugo para la elaboración del piloncillo.

El bagazo ha ido consolidando su importancia económica en la medida en que se ido desarrollando la industria de derivados de la caña de azúcar. En la región de Putla de Guerrero este subproducto se utiliza como combustible para la elaboración del piloncillo y en muy pequeña cantidad para la alimentación del ganado bovino.

Actualmente en varios países de América Latina y el Caribe ha adquirido gran importancia por su utilización en la alimentación animal, además de utilizarse para la producción de pulpa, papel, tableros y aglomerados.

El bagazo constituye el 30% de la materia prima que se muele en un trapiche y contiene en su forma fresca del 48 al 52% de humedad. La composición del bagazo crudo es de: 35.12 % de materia seca, 0.62 % de proteína cruda y 73.49 % de nutrientes digestibles totales. El bagazo consiste principalmente de lignocelulosa con una baja digestibilidad de materia seca y muy baja gustabilidad, la cual es una limitante para la ingestión voluntaria del bagazo por los rumiantes. Hay dos puntos importantes en la utilización del bagazo en los sistemas de alimentación animal: incremento de la digestibilidad y suplementación.

Para mejorar la digestibilidad se ha tratado con sosa cáustica (Cuba). Aun cuando este tratamiento es muy efectivo, actualmente es muy caro para ser utilizado como un método comercial.

Para alcanzar una alta producción con este material tratado, debería de agregarse una suplementación.

a).- Suplementos para mejorar el medio ambiente rumiante (urea, algunos minerales, energía).

- b).- Nutrientes de paso para balancear los productos de fermentación rumiante en los intestinos (i.e arroz o salvado de trigo, harina de pescado, harina de soya).
- c).- Forraje de buena calidad que promueva el flujo rumiante y provea nutrientes (leguminosas, forrajes y pastos).

3.- La cachaza.

Se puede definir como el residuo que se elimina en el proceso de clarificación del jugo de la caña, durante la fabricación de azúcar crudo.

El residuo que se obtiene por sedimentación del jugo suspendido, y con posterioridad se somete a filtración se le denomina cachaza primaria, y cachaza final al residuo que se descarga de los filtros para ser desechado. Su constitución depende de varios factores: Tipo de suelo, variedad de caña, tipo de cosecha (mecanizada o manual), grado de extracción del jugo, cantidad de cal y otros productos usados en la clarificación, métodos de filtración empleados y tamaño de los orificios de los coladores del jugo, entre otros.

Este subproducto de la producción azucarera contiene gran parte de materia orgánica coloidal dispersa en el jugo, la cual al alcalinizar se precipita con los aniones orgánicos en forma de sales de calcio, junto con otros materiales que son arrastrados en esos precipitados, en la siguiente tabla se presenta la composición de la cachaza¹⁵.

¹⁵.- ICIDCA-GEPLACEA-PNUD "Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. GEPLACEA, Serie Diversificación. México, 1988.

Cuadro 4.- Composición de la Cachaza

Cachaza húmeda (3% de caña)	Contenido %
Cera cruda	2 - 3
Arcilla y Cenizas (sales de N ₂ , Carbohidratos)	7
Bagacillo y azúcares	15
Agua	75

Fuente: ICIDCA-GEPLACEA-PNUD "Manual de los derivados de la Caña de Azúcar. 1988.

En el cuadro 4 destaca el porcentaje de bagacillo y azúcares, en la composición de la cachaza, y además el contenido de carbohidratos y cenizas, útiles para la fertilización del suelo.

El contenido de cera del 2 a 3% es aprovechado por algunos países para su extracción, en México, no se ha realizado ningún experimento al respecto.

El contenido total de nutrientes que tiene la cachaza y que puede ser asimilados por las plantas en su uso como fertilizantes, sí como para la alimentación animal, se aprecian en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. - Composición química de la cachaza en distintos países.

Componente (%)	Argentina	Brasil	Filipinas
Cenizas	29.1	14.9 - 22.3	16.2
Materia Orgánica	73.3	77.7 - 85.1	83.7
Lípido	6.6 - 13.7	-- - -	11.2
Proteína	8.4 - 14.6	6.9 - 8.8	7.0
CaO	6.2 - 7.7	4.8 - 5.5	4.6
MgO	- -	0.2 - 0.6	-
P ₂ O ₅	5.3 - 6.3	0.7 - 1.0	3.6
N	1.3 - 2.3	1.1 - 1.4	3.1

Fuente: ICIDCA-GEPLACEA-PNUD "Manual de los derivados de la Caña de Azúcar. 1988.

Los componentes químicos de la cachaza muestran variaciones de acuerdo con el lugar y las condiciones de obtención, aunque en general se observa que contiene gran cantidad de nitrógeno y fósforo, entre otros elementos.

El nitrógeno se presenta como proteínas y otras formas amoníacales más simples o en forma nítrica. El fósforo aparece en combinaciones orgánicas complejas como fosfolípidos y nucleoproteínas, y algunas veces en forma de fosfato de calcio proveniente del proceso de clarificación; sin embargo el contenido de potasio (0.4%) es muy bajo. La cachaza al degradarse microbiológicamente, varía en la concentración de nitrógeno, mientras que en el calcio y en el fósforo estos cambios no son apreciables.

2.5.1.- Factores agroindustriales que influyen en la composición de la cachaza.

La cachaza es el conjunto de los no azúcares extraídos en forma de desechos en el proceso de fabricación de azúcar, su composición está influida por los factores agroindustriales siguientes:

Variedad de la Caña: El contenido de nitrógeno, fósforo y otros elementos depende de la variedad de la caña, así como de la cantidad de materia cerosa, la cual varía de una especie a otra.

Tipo de Cosecha: El incremento de la mecanización aumenta la materia extraña que entra en la fábrica y por lo tanto incrementa el contenido de cenizas, materia orgánica y otros sedimentos que hacen variar la composición de la cachaza.

Clima: La cera contenida en la caña aumenta en época de sequía, por ser su función la de proteger la evaporación de agua en la planta, en períodos de lluvias es arrastrada una mayor cantidad de tierra lo que aumenta la materia orgánica.

Temperatura del agua de imbibición en el proceso de molienda: El agua utilizada en el proceso de extracción de azúcares del bagazo generalmente se calienta, esto implica que el arrastre de materias solubles se efectúe con mayor facilidad.

Proceso de Clarificación: En dependencia de las sustancias químicas utilizadas en la clarificación de los jugos, así será la composición de los precipitados formados. Al utilizar cal hay un mayor arrastre con los precipitados y se forman diferentes compuestos.

Bagacillo añadido: Como la cantidad de bagacillo añadido para ayudar a la filtración de la cachaza, no es fija, trae como consecuencia que el contenido de materia orgánica varíe.

Almacenamiento.

No se han reportado estudios en cuanto al almacenamiento de cachaza, aunque es conocido que cuando se almacena en grandes pilas puede sufrir paulatinamente el proceso de autocombustión, sin embargo, esparcida de 3 o 4 cm de espesor esto no ocurre, pues la cachaza por su carácter esponjoso presenta gran capacidad de aeración.

Usos de la Cachaza.

La utilización más difundida es como fertilizante, a causa de la gran cantidad de nitrógeno, fósforo, calcio y materia orgánica en general, que aporta al suelo. Entre los experimentos realizados se han obtenidos buenos resultados, en las plantaciones cañeras.

Se utiliza en la alimentación de ganado vacuno, previo secado al sol, con buenos resultados, aún cuando tiene un bajo valor alimenticio.

Otra de las aplicaciones de la cachaza es la extracción de cera, tanto por el proceso de aislamiento y purificación como por diferentes tipos de ceras naturales y derivadas del petróleo, para estos fines se han instalado plantas pilotos en varios países¹⁶.

También se han realizado estudios para determinar las posibilidades de obtener de la cachaza aceite, resinas y productos esteroideos.

¹⁶.- GEPLACEA/PNUD. 1989. *Alimentación Animal a partir de la Caña de Azúcar y Subproductos en República Dominicana*,

2.6.- Relaciones de producción.

2.6.1.- Medios de Producción.

Los medios de producción están constituidos por el objeto de trabajo y los medios de trabajo. El objeto de trabajo es aquello sobre lo que actúa el trabajo humano, lo que se transforma en el proceso de trabajo.

Los medios de trabajo los constituyen todas las condiciones materiales que hacen posible el que se efectúe un proceso, que sin estos el proceso no podría efectuarse. En relación con el objeto de trabajo, tenemos que la materia prima principal es la caña de azúcar, en cuanto a materias primas auxiliares, se tiene la cal, cebo de res, bolsas de polietileno, combustibles, agua y energía eléctrica.

Respecto a los medios de trabajo para la elaboración del piloncillo tenemos al molino, las tinas evaporadoras, batidor, los moldes, depósito para jugo, meladeros, palas, etc., así como los terrenos, local, bodega, etc.

2.6.2.- Fuerza de Trabajo.

La fuerza de trabajo es la que activa, genera toda producción. En el caso de la producción del piloncillo esta generalmente no tiene especialización. Si bien se da la división del trabajo, las operaciones que requieren una mayor capacitación son la alimentación del molino y la determinación del punto de piloncillo.

Se menciona que todo proceso de trabajo desemboca y se extingue en un producto. El producto es un valor de uso, una materia dispuesta y adaptada a las necesidades humanas mediante un cambio de forma. El producto (piloncillo) se obtienen de dos calidades uno

claro y otro obscuro, en esta región existen varias modalidades para la producción de este producto, se identifican uno netamente familiar y otro de técnica intermedia para el proceso del piloncillo. No se presenta la técnica totalmente mecanizada.

A todos los individuos que participan de un u otra manera en la producción de bienes materiales se les llama agentes de la producción.

Se llaman trabajadores directos a los agentes de la producción que están en contacto directo con la materia prima, y trabajadores no directos a los que tienen una función de organización, vigilancia y control, a los distintos niveles del proceso de trabajo¹.

Las relaciones que surgen entre los hombres en el proceso de producción se les llama Relaciones de producción; estas pueden ser técnicas y sociales.

Las relaciones técnicas se establecen según sea la división del trabajo en el proceso de trabajo, para el caso de una producción artesanal no existe división social del trabajo, solo para aquellos casos en que se requiere de un trabajo específico como la alimentación del trapiche, es donde se requiere, en la mayoría de los casos la misma familia realiza la mayor parte del trabajo, solo en algunos casos la división del trabajo es bien marcada, por ejemplo para aquellos trapiches que procesan mas de 5 toneladas de caña al día.

Para los casos de explotación familiar, se da una relación de cooperación entre los agentes de la producción, pero existe una gama de relaciones diferentes entre los cuales se señala:

a).- La caña que se procesa en estos casos, se localizan en lugares marginales, generalmente de difícil acceso, la extensión cultivada es pequeña, por lo que durante el proceso de elaboración a veces se presenta la molienda de caña de diferentes productores en un mismo trapiche.

b).- Cuando la explotación es familiar y alejada del trapiche, un día se dedica al corte y otro a la molienda de caña y proceso de elaboración del piloncillo, cuando se procesa la caña participa además de la familia otros trabajadores los cuales son remunerados ya sea en especies o en dinero.

c).- Se presentan diferentes formas de relaciones entre los trabajadores que laboran en el proceso y los dueños de los trapiches; hay veces que para remunerar el trabajo se les paga en especies, es decir, repartiéndoles parte de la producción, ya sea caña, meladura o piloncillo. El trabajo también se remunera aportando la propia fuerza de trabajo en otras actividades productivas como son las labores agrícolas, es decir, que los trabajadores que participan en la producción del piloncillo y que no son propietarios de los instrumentos de trabajo, cuando requieren ayuda se trabaja en esa actividad. Se manifiesta así mismo el préstamo de los instrumentos de trabajo lo cual se manifiesta de la siguiente manera; en una primera etapa se procesa la caña de azúcar que pertenece al dueño del trapiche, posteriormente se procesa la caña de los productores no dueños del trapiche sin que se tenga que pagar por la renta de este, sino que en especie (piloncillo). Existen otras variantes similares a las expuestas, así como el pago en dinero por estas actividades.

Existen productores con más de 15 hectáreas de caña, estos generalmente utilizan mano de obra asalariada, diferenciándose más claramente los trabajadores directos de los dueños de los medios de producción.

Las condiciones económicas en que se desarrollan los productores de piloncillo son generalmente caracterizadas por: las prestaciones sociales son nulas, los salarios son bajos, además se tiene que considerar que no todo el año se trabaja, los trabajadores directos generalmente son eventuales, lo cual incide en el tipo de relación que se establece así como en la productividad del trabajo al no poderse perfeccionar.

Esta actividad como generadora de empleos en la región, ocupa el segundo lugar, por cada temporada de molienda se generan alrededor de 1,300 empleos directos, esto es

sumamente importante si consideramos el tiempo de realización de la molienda (5 meses) y el flujo de capital por esta actividad en la región.

2.7.- Distribución, cambio y consumo del piloncillo.

Para comprender el funcionamiento del proceso de producción del piloncillo, se hace necesario mencionar aspectos que intervienen en la distribución, cambio y consumo de este producto.

Una consideración teórica respecto al consumo en general es la siguiente: " La producción es inmediatamente consumo, cuando se produce se consume materias primas e instrumentos de trabajo, el consumo es inmediatamente producción ya que al consumir se esta produciendo algo, por lo tanto cada uno es inmediatamente su opuesto. Sin producción no hay consumo, pero sin consumo tampoco hay producción, ya que en este caso la producción no tendría objeto. Al consumirse un producto se esta reproduciendo una necesidad, por eso el objeto producido no es un objeto en general, sino un objeto determinado, que debe ser consumido de una manera, que a su vez debe ser mediado por la producción misma, de manera que la producción está creando el objeto de consumo, el modo de consumo y el impulso al consumo"¹¹ .

Según datos de la FAO se menciona que en la década de los 70's, el consumo per cápita de piloncillo en México era de 1.1 kg mientras que el consumo de azúcar era de 41 kg lo cual significa el bajo consumo de piloncillo.

Del piloncillo producido en México, una parte se destina al consumo doméstico, donde es usado como golosina, endulzante, en la preparación de atoles, vinagre, repostería tradicional (camote, calabaza, buñuelos, capirotada, torrijas, etc.) y la otra parte es para consumo industrial, para la fabricación de alcohol, dulces, salsas y panadería.

La demanda de piloncillo para consumo doméstico es estacional ya que el mayor consumo se registra en las fiestas de fin de año y en cuaresma. Aunque los hábitos de consumo han cambiado en varias poblaciones indígenas, aun cuando puedan tener acceso al consumo de azúcar siguen consumiendo piloncillo, puesto que representa un factor cultural, una costumbre que se encuentra íntimamente ligada a las relaciones sociales que se establecen en esas comunidades.

La distribución del piloncillo se encuentra en manos de intermediarios que comercializan el producto en diferentes centros de consumo. La mayoría de los productores venden su producción completa a estos intermediarios por carecer la capacidad de comercialización.

La demanda de este producto se sostiene durante todo el año, por el uso que le dá la industria tequilera, tabacalera, dulcera y los fabricantes de rones y salsas. Una parte de la producción de esta zona se destina al autoconsumo, otra a la fabricación de aguardiente y cantidades pequeñas al mercado local.

"SI TIENES UN TITULO UNIVERSITARIO
PUEDES ESTAR SEGURO DE UNA COSA...
QUE TIENES UN TITULO.

III.- EL POTENCIAL DE LA DIVERSIFICACIÓN AGRÍCOLA

Una actividad productiva queda definida como el resultado de una combinación de procesos físicos interconectados, mediante los cuales, una variedad de insumos técnicos son transformados en una determinada producción.

Adoptando el enfoque clásico del crecimiento económico se puede establecer que una economía se desarrolla en la medida que la misma genera excedentes económicos y éstos, a su vez se transforman en capital acumulado, sea en el contexto del mismo complejo, o unidad productiva, o bien en el resto de la economía, y esto propicia la productividad, en la medida que se efficientiza el proceso productivo.

Elevar la productividad se ha convertido en un desafío al que los sectores económicos de muchos países han asignado grandes esfuerzos y recursos. La temática técnico-económico se ha convertido en un asunto fascinante. A principios de los 70's, el ritmo de crecimiento de la productividad se desaceleró; a consecuencia de ello, se registraron signos recesivos en la producción económica mundial. A estos se le sumaron los drásticos incrementos de los precios del petróleo registrados en 1973 y 1979, lo cual elevó los costos de energía, cuyo resultado redujo drásticamente el índice producto/insumo en las mayoría de las economías industrializadas y subindustrializadas. Todos estos factores crearon una coyuntura favorable para que se adoptaran medidas encaminadas a optimizar el uso del capital y de la mano de obra, todo ello para incrementar la productividad.

La comprensión del fenómeno implica entender las causas que lo promueven; así como las consecuencias que desencadenan y al entender esto puede convencerse para hacer lo preciso para incrementar la producción. Es preciso identificar todas las fuerzas dinámicas del sistema económico: el proceso tecnológico, acumulación de capital, la capacidad empresarial y el patrón institucional de la sociedad. En la década de los 80's aún no existían elementos suficientes para decir que la comprensión de éstos factores explicatorios han sido suficientemente abordados, comprendidos. además es de suma importancia conocer los factores que determinan la productividad y estimar la importancia relativa de cada uno en la formación de la misma.

Por todo lo anterior es preciso convenir y sustentar que : 1) el crecimiento de la productividad, sea productividad del trabajo o factor total de la productividad, no está determinado por uno sólo, sino por un conjunto de factores explicatorios; 2) éstos factores causales interactúan entre sí potencializando la productividad; 3) Para la mayoría de los factores causales, la formación cuantitativa es precisa, cuando no intangible e inexistente o al menos, ignorada; y 4) esta inexistencia o ignorancia generan conflictividad en la comprensión e interpretación de la causas de la productividad e importancia relativa de la misma.

La diversificación productiva constituye una condición necesaria para que el productor se le pueda atribuir un comportamiento optimizador, entendiendo este como la maximización condicionada del producto . La condicionalidad proviene de los factores e insumos (se expresa en los costos) que se emplean en el proceso de producción ; el producto en este contexto , se entiende expresado en unidades monetarias.

La conceptualización de la diversificación en términos de eficiencia en la utilización de los recursos empleados en la agroindustria cañera. Un recurso escaso de vital importancia es la tierra. La diversificación en cualquier dimensión que sea, representa un cambio tecnológico que repercute en el patrón de cultivo y gerencial de los niveles campo-fábrica y cuyos resultados materiales son bien conocidos. Según la FAO, los adelantos tecnológicos constituyen la razón fundamental que ha preservado la capacidad de la agricultura mundial de responder al reto alimentario. En efecto en el presente siglo, década a década ha ocurrido una transformación fundamental de los sistemas de producción extensiva a las intensivas. Sin embargo esto no ha concluido , es necesario llevarlo hasta sus últimas consecuencias; por las pocas tierras que existen para la agricultura, es necesario enfocarlo a una diversificación agrícola en el marco de la agroindustria cañera¹⁷.

¹⁷ GEPLACEA/PNUD. *Alimentación Animal a Partir de la Caña de Azúcar y Subproductos*, en República Dominicana. pc. 15-16.

3.1.- La Caña de Azúcar integral .

La caña de azúcar es el colector viviente más eficiente de energía solar en el mundo, almacenando esta energía en una enorme cantidad de biomasa en la forma de fibra y azúcares fermentables.

Uno de los estudios realizados en torno de la caña de azúcar indican que esta es una materia prima con características relevantes que la sitúan como la planta comercial de mayores rendimientos en materia verde, energía y fibra, obtenidos en ciclos menores que en otras especies de plantas.

Este cultivo es de gran importancia en el sector agrícola y, en general, en la economía de muchos países tropicales en vía de desarrollo. Provee empleo no sólo a los trabajadores agrícolas en los campos, sino también a los trabajadores industriales en las fábricas azucareras. Es también una fuente importante de captación de divisas. La tremenda caída de los precios del azúcar en el mercado mundial en los últimos años, ha causado una crisis económica en esos país. Por tal motivo la producción de azúcar ha pasado a segundo término en varios países tropicales en desarrollo, por tal es aconsejable explorar los numerosos usos alternativos de la caña de azúcar y subproductos¹⁸.

Una de esas alternativas que ha mostrado perspectivas prometedoras es el alimento animal. En las últimas décadas se han llevado a cabo varias investigaciones en muchos países tropicales del Caribe y América tropical.

La aplicación de los resultados obtenidos podría contribuir a resolver los problemas creados por la crisis azucarera y dar una nueva oportunidad al sector de producción animal en los países afectados.

¹⁸ Monegro Díaz, J.T. 1992, *Diversificación Agrícola. Tesis Doctoral, Instituto Politécnico Nacional, Fac. de Economía. México D.F.*

Entre los subproductos de la caña de azúcar que se obtienen durante la cosecha y su procesamiento son: Bagazo, cachaza, agua vegetal, cenizas, cogollos, hojas secas y hojas verdes. El azúcar representa alrededor del 10% de la caña, mientras que el resto (los subproductos) constituyen las cantidades de mayor magnitud, todas ellas son posibilidades de convertirse en más de 50 derivados de la primera generación de explotación comercial en todo el mundo, principalmente para el consumo animal¹⁹.

Se han realizado varios trabajos sobre el uso de la caña integral y el cogollo en la alimentación de rumiantes. El potencial de producción de biomasa es muy alto. Con una suplementación moderada, una dieta de caña picada puede dar una producción de 1500 - 2000l/lactancia con 2 kg. de proteínas suplementada diariamente. De 700 a 800 g. de ganancia de pesos vivo con un kg. de proteína suplementada diariamente²⁰.

El cogollo da los mismos resultados pero la conversión alimenticia es más elevada que la de la caña. Se recomienda el uso de la caña integral y el cogollo durante las épocas de sequías, como un complemento de los escasos pastos, suplementado, cuando se tenga disponibles con proteínas (legumbres) o nitrógeno no proteínico (abono de pollo) y minerales (fósforo y sulfuro). El ensilaje debería prescindirse tanto como sea posible, pero puede ser necesario en algunos casos.²¹

Las mieles finales se utilizan como alimento de ganado en época de secas cuando los rumiantes tienen solamente una cantidad limitada de alimentos no balanceados, tales como pastos naturales y/o los residuos de cosecha. Las mieles mezcladas con 5-10% de urea y, si es necesario,

¹⁹ Meyreles, L.E. 1985. *Utilización de la Caña de azúcar como recurso forrajero para ganado bovino. Sto Domingo, República Dominicana.*

²⁰Según expertos de la FAO sobre caña de azúcar como alimento, República Dominicana julio de 1986.

²¹.- Monegro, Díaz. J.T. Tesis Doctoral.

los minerales han demostrado ser un buen complemento para mantener a los animales en este difícil periodo²².

La solidificación de las mieles, ya existe en el mercado. Esto requiere una infraestructura menos sofisticada para transporte y manejo, es decir que las mieles ya están integradas a los sistemas de producción de ganado en diferentes países, y podría usarse más ampliamente en otras naciones.

La extracción de jugo es muy fácil usando el trapiche (molino tradicional), el cual es bien conocido en muchos países productores de caña para la producción de azúcar morena cruda. El jugo se usa inmediatamente después de la extracción, aunque es posible preservarlos mediante aditivos. Esto es para la engorda de porcinos y también se ha aplicado en las granjas lecheras.

El bagazo ha ido consolidando su importancia económica en la medida en que se ha desarrollado la industria de la caña de azúcar en el mundo. Tradicionalmente este subproducto se utilizó como combustible en la industria azucarera. Además en algunos países se ha utilizado para la elaboración papel, celulosa y tableros aglomerados. Además ha adquirido importancia como alimentación animal. Este subproducto consiste principalmente en lingnocelulosa con una reducida digestibilidad de materia seca de menos de 30%, y tiene muy baja gustabilidad. Esto es, Hay dos puntos importantes en la utilización de los bagazos en los sistemas de alimentación animal²³:

- 1.- Tratamiento con sosa cáustica(Cuba), aún cuando este tratamiento es muy efectivo, resulta muy caro para utilizarse como un método comercial.
- 2.- Para alcanzar una alta producción con este material tratado, debería agregarse una

²² Baca Urbina G. " Evaluación de Proyectos, 2da. Edición, Ed. McGraw-Hill. México 1990.

²³ INCIDCA/GEPLACEA/PNUD. Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, op.,cit. 40.

suplementación. como por ejemplo suplementos para mejorar el medio ambiente rumiante (urea, algunos minerales, energía). o forraje de buena calidad que promueva el flujo rumiante y provea nutrientes.

Es importante tener en cuenta que los subproductos de la caña de azúcar en la zona la utilizan ya sea como combustible o como materia orgánica para fertilizar los cañaverales; sin embargo, es factible encontrar usos alternativos de los subproductos:

Es factible usar sólo el 50% del bagazo para producir suficiente energía para los ingenios azucareros, el excedente puede ser usado para alimento del ganado.

Cachaza: Es un residuo en forma de torta que se elimina en el proceso de clarificación del jugo de la caña durante la fabricación de azúcar crudo. El mejor uso es como fertilizante, pero contiene ácidos libres de grasas, es mejor para la extracción de ceras, y para la alimentacion de ganado vacuno previo secado al sol²⁴.

Mieles: Las mieles finales constituyen la mayor parte de los no azúcares presentados en la caña; su composición varía en función a diversos factores. Fundamentalmente este subproducto se utiliza para la alimentación animal y para la producción de alcohol. Además, la miel se comercializa en el mercado internacional y actualmente la mayor fuente de ingresos proviene de la exportación de las mieles, su uso como producción de energía no es rentable.

Los problemas causados por la crisis azucarera han afectado a todos los productores, pero los pequeños productores de caña son los más vulnerables, por tal la diversificación es esencial, pero dentro de la caña de azúcar, no fuera de ella. Los productores tienen tres opciones para el futuro.

²⁴. - *Idem, op, cit., pp. 47-48.*

- 1.- Vender caña a los Trapiches
- 2.- Vender caña a los ganaderos
- 3.- Volverse productores de ganado y usar la caña directamente para la alimentación animal.

La última opción parece ser la más favorable, pero en este caso el productor cañero debe ser bien guiado. La diversificación para la alimentación animal ayudaría a mejorar la balanza de pagos y aliviaría los desastrosos efectos sociales de los bajos precios internacionales del azúcar.

3.2.- Residuos de la Cosecha.

Los comúnmente denominados residuos de la cosecha cañera ofrecen un gran potencial para la alimentación animal y la generación de energía. Estos subproductos constituidos, principalmente por paja y cogollo, representan a escala mundial una disponibilidad superior a los 50 millones de toneladas.

Se estima que en un uso hipotético de los residuos para la alimentación animal directa, con un consumo de 5kg/res/día y un rendimiento conservador de 600gr./carne/día, se obtendría teóricamente unas 600,000 toneladas de carne. Estos subproductos representan una fuente importante de materia prima para la obtención de mieles, alcohol, levaduras, fertilizantes y productos hidrolizados; además, furfural, tableros, pulpa y papel.

3.3. Usos de la Caña de Azúcar en la Alimentación Animal.

Por su bajo contenido de proteína cruda, la caña se ha usado como suplemento en la alimentación de ganado bovino, especialmente en combinación con melaza y urea, adicionada a una base proteínica de granos y/o subproductos como la torta de soya, algodón, maní, harina de pescado, gallinaza, afrecho de arroz y de trigo. En el siguiente cuadro se puede observar la composición de la caña de azúcar.

Cuadro 6. Composición de la caña de azúcar.

<i>Componente</i>	<i>proporción</i>		<i>Proporción de la M.s en %</i>		
	<i>base</i>	<i>porcen.</i>	<i>N</i>	<i>Azúcares Solubles</i>	<i>Digesta-bilidad</i>
	<i>fresca</i>	<i>M.seca</i>			
<i>Caña de azúcar</i>	100	28	0.45	48	60
<i>Cogollo</i>	25	28	0.88	25	60
<i>Tallo</i>	75	28	0.32	55	64

Fuente: Meyreles, L.E. 1985. Utilización de la caña de azúcar como recurso forrajero para ganado bovino. Sto. domingo Rep. Dominicana.

Se han realizado numerosos estudios utilizando la caña limpia picada en forma fresca o ensilaje, para bovinos estabulados, confinados, en semipastoreos y pastoreo libre, lo que se puede resumirse así:

- 1.- Existe una tecnología ampliamente estudiada y se esta desarrollando con fines comerciales en varios países.

2.- Los mejores resultados se han obtenido con caña picada en trozos, pero se han alcanzado ganancias relativamente altas en peso mediante pastoreo de campo de caña, en este caso la variedad tiene mucha importancia.

3.- Por el bajo contenido de proteína cruda de la caña es necesario suplementarla con otras fuentes de proteína o de nitrógeno no proteico, siendo la urea la de más fácil obtención y que posee un costo aceptable. El nivel más aceptable es de 3% /kg. de materia seca.

4.- Los mejores resultados con caña mas urea se han obtenido cuando a la mezcla se le adiciona melaza. En este caso la urea se diluye en la adición aguamiel.

5.- Las cantidades de caña picada que se suministran estan en función de los programas. Así, para bovinos de engorda se ha encontrado que las dietas con un 30% de caña picada, en base de materia seca, han dado los mayores promedios de ganancia diaria, rendimiento en canal, y en calidad. En la práctica se han usado de 16 a 20 kg/animal/día de caña picada suplementada con melaza, urea y otras fuentes de proteína.

6.- Cuando se usa caña picada suplementada con urea, melaza y otro tipo de proteína, se puede obtener ganancias en el peso de los animales de 600 a 800 gr/día. Estos son superiores a los 300 a 400 gr/día que generalmente se alcanza en pastoreo extensivo pero inferior a los obtenidos en granos. Sin embargo, para las condiciones tropicales, en donde la producción de maíz y otros granos es costosa, la caña constituye una alternativa alimenticia muy importante para los bovinos.

7.- El tamaño de los trozos de caña no debe ser muy fino para evitar que sean tragados enteros por los animales. Las partículas de 20 más centímetros de gruesos dan mejores resultados.

8.- El ensilaje de caña picada mejora su digestibilidad, pero debido a que esta disponible durante todo el año en la regiones tropicales, lo más conveniente es utilizarla en forma fresca.

9.- El cogollo de la caña que queda como residuo de la cosecha ha sido utilizado para reemplazar parcialmente el forraje de las pasturas, pero el costo de la recolección limita su uso. Sin embargo, en la época de sequía es un material recomendable para evitar los retrasos o pérdidas de peso en los bovinos.

3.4.- Residuos de cosecha para la alimentación animal

Para los fines de este estudio, se considera como residuos de cosecha todo tipo de material que queda en el campo o en los centros de acopio en donde se limpia la caña, cualquiera que sea la procedencia se distinguen dos grupos de componentes; el primero está conformado por el material verde, como cogollo y caña fresca y el segundo por las hojas secas y caña seca, los primeros aportan azúcar en su jugo y pequeñas cantidades de proteínas, mientras que los segundos se caracterizan por su alto contenido en fibra.

El valor nutritivo de los residuos de cosecha es bajo, con un contenido de proteína del 3% y su digestibilidad es del 35%, debido a su alto contenido de fibras. Esta composición es muy variable dependiendo principalmente de la proporción en que se encuentran los dos grupos antes citados, lo que a su vez está relacionado con el sistema de cosecha utilizado.

Los residuos de cosecha representan entre un 30 hasta un 40% del tonelaje total, siendo por su alto volumen una fuente valiosa para la producción masiva de alimentos para bovinos y otros rumiantes, pero el bajo nivel nutritivo y el costo de recolección en el campo y su transporte, ha limitado su uso como alimento para ganado bovino. En Cuba, existen estaciones de limpieza de caña, que facilita su recolección, se les replica y suplementa con melaza y urea. Los resultados obtenidos en ese país indican ganancias de 590 gr/día/animal,

usando una dieta con 85% de residuos provenientes de los centros de limpieza, lo cual se considera similar al obtenido con pastos tropicales de regular calidad, sin embargo se obtiene mejores ganancias cuando el producto es procesado y compactado, ya que aumenta la digestibilidad de los materiales fibrosos, estimula el consumo y disminuye el desperdicio²⁵.

Se recomienda, (Preston, 1980) adicionar al material repicado, miel, urea y sales minerales, con la finalidad de incrementar su valor nutritivo.

3.5.- Características Fisiológicas de la Caña.

La caña de azúcar (Saccharum officinarum), es una planta que requiere altas temperaturas y buena precipitación pluvial, para el período de crecimiento, de baja temperatura y de baja precipitación durante la maduración. En zonas de alta temperatura y precipitación constante la producción de azúcar es baja. Puede desarrollarse en zonas de baja precipitación pluvial siempre que se le suministre agua en forma de riego, dando muy buenos rendimientos como en otros países del Sur del continente (Perú, Colombia, Hawai).

Una hectárea de caña por año con rendimientos medio es capaz de aportar 100 ton. de materia verde, más del doble que la mayoría de otras plantas. En términos de energía metabolizable, más de 75,000 Mcal. Estas cifras son superiores a la aportación de cualquier otro cultivo en iguales condiciones²⁶.

Así, por ser la planta más eficiente en simulación de fotosíntesis y rendimiento de masa verde (hojas, cogollo y tallo), misma que esta compuesta por azúcares, almidones, proteínas y compuestos lignocelulósicos. constituyen en esencia de las potencialidades de la diversificación productiva de la agroindustria cañera.

²⁵ GEPLACEA/PNUD. 1989, *Usos Alternativos de la Caña de Azúcar para Energía y Alimento. Op., Cit.*, pp 54 - 55

²⁶.- GEPLACEA/PNUD, 1989. *Alimentación Animal a Partir de la Caña de Azúcar y Subproductos en República Dominicana. Op. Cit.* pp. 29-30.

La caña de azúcar está constituida por tres componentes: tallos, cogollos y hojas, mismas que se explican a continuación.

Cuadro 7.- componentes de la caña de azúcar en porcentajes.

Componentes	Tallos	Cogollos y hojas
Materia seca	29.43	26.00
Azúcares	15.43	2.18
Sacarosa	14.10	1.00
Lignocelulosa	12.21	19.80
Cenizas	0.54	2.31
Grasa y cera	0.34	0.77
Compuestos nitrogenados	0.48	1.66
Agua	71.00	74.00

Fuente: INCIDCA/GEPECEA/PNUD. Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar.

Como podemos observar que en el tallo se concentra la mayor cantidad de azúcares. Esta situación favorece en su uso como alimento animal ya que su aporte de energía nutricional es considerablemente alta. En la parte de los cogollos, los componentes sólo varían en porcentajes.

La caña de azúcar se adapta en las zonas tropicales y subtropicales (caracterizado por su alto contenido en azúcares); su rendimiento es uno de los más alto en comparación con otras plantas similares, alcanzando un promedio de 38 toneladas de materia seca por hectárea por año, por lo que representa un potencial en alimentación animal ya que puede proveer los nutrientes necesarios en una dieta animal.

3.6.- Subproductos y Derivados.

Bagazo, Melaza, torta de filtro o cachaza, ceniza de hornos, afluentes líquidos y gases de combustión, además de los residuos agrícolas son producciones colaterales de la producción azucarera y que constituyen los subproductos de esa agroindustria. Se denominan derivados de la caña de azúcar a aquellos productos que se obtienen industrialmente a partir de los subproductos de la agroindustria cañera.

3.7.- Utilización Directa de la Caña

La caña es un producto vegetal compuesto principalmente de azúcar, fibras, agua, lignina y otros materiales. Los componentes solubles son de difícil digestión que requiere de suplementos proteínicos, minerales, así como tratamiento físico- químico, por ejemplo la hidrólisis, logrando mejorar la digestibilidad entre un 50% y 60 %.

La utilización de la caña en la alimentación animal en operaciones comerciales para engorda de bovinos, ha tenido en países de la región. Su uso resulta económicamente atractivo cuando se presenta una coyuntura de precios bajos del azúcar, Además que en muchas zonas la caña marginal es la que se utiliza para la alimentación animal.

Expertos en la materia sostienen que existen bases biológicas para confiar en la caña de azúcar como reemplazo de los cereales en sistemas intensivos para las principales especies animales, lo que permitiría liberar grandes volúmenes de alimentos a la población humana²⁷. Además, con la producción de caña en una hectárea es posible engordar anualmente a 40 cerdos de 30 a 60 kg de peso vivo y 10 novillos de 200 a 400 kg. de peso vivo, niveles que no se alcanzan en países desarrollados con el uso de cereales.

²⁷.- Monegro, Díaz. J.T. Tesis Doctoral.

3.8.- El jugo de la Caña.

El jugo de la caña puede ser utilizado en raciones alimenticias para la alimentación animal, se emplea como una fuente alternativa de maíz, sorgo y derivados del trigo en la alimentación de cerdos. El jugo de la caña es fermentable en poco tiempo (8 a 12 hrs), pero se utiliza benzoato de sodio, dióxido de amonio y/o formol para retardar dicho proceso.

Se han realizado varios ensayos con el objetivo de reemplazar total o parcialmente al sorgo, con resultados muy prometedores principalmente para la alimentación de cerdos.

3.9.-El azúcar como Alimento Animal.

Los precios internacionales del azúcar son inestables con tendencias prolongadas a la baja y en ocasiones son menores que los costos de producción. En estos casos se puede considerar como alternativa la utilización del azúcar para alimentos de la aves. Los piensos a base de azúcar se debe de complementar con proteínas, vitaminas y minerales que no están dentro de la composición del azúcar. Estos piensos se pueden utilizar en diversos tipos de ganado, sobretodo en porcinos y bovinos.

3.10.- Melaza.

Las mieles invertidas y mieles integrales se obtienen a partir del jugo de la caña, sin extracción del azúcar, por la concentración e inversión de sacarosa en forma total o parcial con el fin de evitar la cristalización.

La melaza tiene un alto contenido de sólidos totales azucarados, bajo contenido de proteínas y un cierto contenido de minerales, pero no tiene fibras. El contenido de azúcares reductores es de 10 a 12% sobre materia seca. Se utiliza generalmente mezclada con

bagacillo y/o cogollos de la caña sin problemas de sabor o reacciones fisiológicas inaceptables.

En la alimentación de rumiantes su uso está muy extendido a nivel mundial, mezclada con urea se garantiza la utilización del nitrógeno, con métodos simples en su aplicación y sin requerir de grandes inversiones, en muchas dietas con mieles se incluye forrajes y proteína verdadera.

3.11.- Miel Proteíca.

Es un producto desarrollado en Cuba con el fin de suministrar carbohidratos y proteínas en proporciones definidas que permita tener un 16% del último nutriente y 40 % de materia seca. La miel proteíca se obtiene por la mezcla de crema de levaduras y mieles A o B, el producto es un líquido viscoso, conteniendo L-lisina y cantidades pequeñas de metinina; por tanto con la incorporación de este aminoácido para mejorar los niveles de conversión se puede disminuir el contenido de proteína a un valor cercano al 10%. El uso principal está dirigido a la alimentación de ganado porcino en sus dietas de engorde y reproducción, se complementa con vitaminas y minerales para el balance nutricional de las diferentes especies de animales.

3.12.- Levadura Torula y Saccharomyces

La levadura torula es un producto alimenticio con alto contenido proteico que se obtiene a partir de un proceso fermentativo de la melaza, posee una relación proteíca de carbohidratos más alta que los forrajes, conteniendo L-lisina, lo que la convierte en un suplemento para la alimentación con vegetales de bajo contenido de este aminoácido esencial.

La levadura torula se puede usar en cualquier especie de animales, pero su uso está

mas extendido en la preparación de raciones en la alimentación avícola, la producción de levadura torula se realiza principalmente en Cuba.

La levadura *Saccharomyces* se recupera de las destilerías de alcohol conteniendo un alto contenido de proteínas (mas del 35%) empleándose en la alimentación animal de aves y cerdos. Este tipo de levaduras tiene un buen balance de aminoácidos y es rica en vitamina del complejo B.

3.13.- Biofermel

Es un producto obtenido por la fermentación anaeróbica de mezclas de melaza, rastrojos de cultivos, urea y estiércol de bovinos. El biofermel es un alimento que contiene grandes cantidades de bacterias productoras de ácidos lácticos, que se mantienen activos durante el ensilaje.

La proporción de las materias primas es de 72% de melaza, 24% de rastrojo, 1.8% de urea y 2.2 % de estiércol, todo en base seca. El estiércol es la fuente de microorganismos, el producto fue desarrollado en México, que actualmente cuenta con una planta de Biofermental.

En pruebas comparativas a escala industrial se demostró que el biofermel complementado con algo de proteína vegetal, es capaz de reemplazar a los cereales en la alimentación animal. El empleo de una tonelada de biofermel para la alimentación animal evita el consumo de 830 kg. de cereales en raciones alimenticias.

3.14.- L-Lisina.

La L-lisina es un aminoácido esencial, utilizado como complemento en dietas carentes de este compuesto, fundamentalmente en la alimentación animal. La L-lisina se obtiene por

vía fermentativa, por la acción del *corinebacterium glutamicum* sobre la melaza. En la mayoría de las plantas productoras se presenta a la L-lisina en su forma cristalizada como clorhidrato.

Los usos principales de la L-lisina están en la mezcla de raciones para la alimentación de cerdos y aves, en el enriquecimiento de cereales para la alimentación humana y en ciertos productos farmacéuticos²⁸.

Una mejor alimentación en el ganado mayor o en las aves tiende a mejorar la nutrición humana. En parte ello se puede conseguir con la incorporación de los aminoácidos en la alimentación animal, la incorporación del 1.25% de L-lisina permite que se aproveche por los organismos que la ingieren del 60 al 70% de alimentos a base de maíz, trigo o residuos agrícolas en aves del 25 al 30% lo que es lo normal.

3.15.- Bloques Multinutricionales.

Son productos alimenticios basados en la mezcla de melaza y urea, complementados con sal, agentes ligantes y el bagacillo como elemento fibroso, como agente ligante se utiliza la cal viva. Se usa como suplemento alimenticio con un alto nivel de proteínas que provienen de la urea homogeneizada con la melaza, siendo suministrada lentamente al organismo de los animales para la mejor utilización del amoníaco por las bacterias del rúmen.

Para la formación de los bloques no se requieren de equipos sofisticados, puede hacerse mezclando a mano los componentes, usando una mezcladora de hormigón o una mezcladora horizontal a paletas, por la mezcla se forma una pasta, que se pasa a moldes en donde empieza a endurecerse, operación que necesita de 3 a 7 días, una ventaja es el fácil

²⁸ GEPLACEA/PNUD. *Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar*, 1989. op., cit., pp 52

manejo para su empleo, transporte, almacenamiento y para suministrarlo a los animales. Se debe evitar que los bloques endurezcan demasiado o que queden muy blandos en vista de que habría poco o nada de consumo en el primer caso y exceso en el segundo caso, con lo cual se podría presentar riesgos tóxicos por alto consumo de urea que se ingeriría en esos casos²⁹.

Miel-Urea-Bagacillo

Fue el producto utilizado en los primeros intentos para alimentación de ganado bovino. Es el resultado de la mezcla de Urea con melaza de 3% de la primera en la miel, el producto resultante se mezcla con bagacillo en una proporción de 30:70, se aumenta el contenido de la melaza para un mejor valor nutricional. La mezcla final tiene generalmente un 9% de proteína bruta y su digestibilidad está en el orden del 50%. La ventaja de este compuesto es que no requiere de grandes inversiones para elaborar este producto, la melaza es el componente con mayor influencia en el costo.

Zacamel

Es un suplemento para rumiantes fabricado por la mezcla de 70% de melaza y 30% de bagacillo seco. También se ofrece una variación del producto, llamado concentrado, que es producto de la mezcla de zacamel, gallinaza, raicilla de malta, cebadilla maltera, sorgo, cebada y premezcla de vitaminas y minerales. El contenido de un 14% de proteína cruda está garantizado por los fabricantes.

También se puede utilizar el zacamel simple, en forma cuidadosamente controlada para la alimentación de cerdos y aves. La producción de este producto en los ingenios es de 100 a 110 Tm/turno, el almacenamiento sólo dura de 90 a 120 días sin riesgos de fermentación.

²⁹.- GEPLACEA/PNUD. 1989. *Alimentación Animal a Partir de la Caña de Azúcar y Subproductos*, op., cit., pp 64.

Bagacillo Hidrolizado

Esta técnica se ha desarrollado en Brasil, cuya producción comercial es reciente. Se considera que el bagazo es una fuente potencial energética para la nutrición de los bovinos y otros rumiantes, pero utilizado en su forma natural su aprovechamiento es relativamente pequeño, en parte por su composición fibrosa lignificada.

La lignina interfiere con la digestibilidad en razón de su resistencia en la degradación química en las condiciones del aparato digestivo de los animales, aparte de que la lignina rodea a las fibras impidiendo que las enzimas, tengan acceso a las fibras para producir la digestión³⁰.

El tratamiento del bagazo y/o bagacillo con vapor a alta presión y a alta temperatura (200 grados centígrados) en reactores diseñados para este fin, tienden a romper las uniones lignina-fibra, consiguiendo que el producto utilizado como alimento sufra un aumento del 84% de su digestibilidad al compararlo con el bagazo natural. Esta digestibilidad equivale a la del pasto verde natural. El bagazo hidrolizado permite una producción integrada de azúcar, alcohol y proteína animal si se utiliza en instalaciones para ganado confinado. Los resultados de la utilización de este alimento proporciona ganancias de 1 a 1.2 kg./día en peso vivo de animales confinado en un lapso de 120 días, en México la utilización de esta tecnología apenas inicia.

Bagacillo (médula o meollo). El bagazo utilizado en la fabricación de pulpa y tableros debe ser desmedulado con el fin de obtener una fibra de buena calidad. Como consecuencia del desmedulado se produce un rechazo el cual se conoce como bagacillo, que representa entre el 25 y 35% del bagazo integral, aunque en ciertas plantas este rechazo representa hasta el 50%. La composición de bagacillo es similar al del bagazo, solo que con mayor

³⁰.- INCIDCA/GEPLACEA/PNUD, *Manual de los Derivados de la caña de Azúcar*, op. cit., pp.217-222.

humedad y cenizas, morfológicamente sí hay grandes diferencias, y además tiene una mayor digestibilidad que el bagazo.

Bagacillo Predigerido.

El bagacillo predigerido se obtiene por el tratamiento del bagacillo con sosa cáustica, con el fin de aumentar su digestibilidad. Su uso está orientado como alimento de animales rumiantes y se dosifica de acuerdo a los resultados que se deseen obtener (crecimiento, reproducción, mantenimiento, carne, leche).

El bagacillo se mezcla con la sosa cáustica en un equipo mezclador y dejándolos en contacto por 5 minutos, esta mezcla recibe la incorporación de melaza y urea, obteniéndose un producto con alrededor del 55% de humedad. El producto mantiene su estabilidad por 24 a 48 hrs, aumenta su digestibilidad en 60% y un aumento de proteína bruta del 12%, se puede hacer una mezcla con un sistema artesanal, al rociar sosa cáustica sobre una capa de bagacillo extendido en un patio abierto y mezclarlo manualmente.

"CUANDO UNO NO VIVE COMO PIENSA,
ACABA PENSANDO COMO VIVE.

Gabriel Marcel.

IV.- MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL

4.1.- Teoría de la Producción.

La teoría de la producción describe las leyes de la producción, la elección de una técnica en particular (dentro del conjunto de procesos técnicamente eficientes) es de índole económica y no tecnológica. Se basa en los precios (Citado por Ignacio, L. Sandoval 1993).

Proceso de producción: Se entiende como proceso de producción, al procedimiento técnico para transformar una combinación adecuada de factores fijos y variables, en una cierta cantidad de producto³¹.

Insumo Fijo: Definimos como insumo fijo a un insumo cuya cantidad no se puede cambiar de inmediato cuando las condiciones del mercado indican que tal cambio sería conveniente (Ferguson 1981).

Insumo Variable: Es aquel cuya cantidad se puede variar casi al instante en que se desea variar el nivel de producción (idem.).

Teoría de los Costos

Las funciones de los costos son funciones derivadas. Se deduce de la función de producción, que describe los métodos de producción eficientes que se dispone en un momento cualquiera.

La teoría económica distingue entre costos de corto y de largo plazo.

³¹.- Muñante, Pérez Domingo. "Apuntes de Formulación y Evaluación de Proyectos"; 1992, Chapingo, México

Tanto en el corto como en el largo plazo, el costo total es una función de múltiples variables, o sea, está determinada por muchos factores, simbólicamente, podemos describir la función de costos de largo plazo así:

$$C = f(X, T, P_f, K)$$

y la función de costos de corto plazo, así:

$$C = f(X, T, P_f)$$

Donde:

C = Costo total

X = Volumen de producción

T = Tecnología

P_f = Precio de los factores

K = Factor (es) fijo(s)

Costo alternativo o de oportunidad. De la producción de una unidad del bien (x) es la cantidad del bien (y) que debe sacrificarse a tal efecto. También se le llama costo social (Ferguson, 1984).

Costo privado de producción. Hay una relación estrecha entre el costo de oportunidad de producir el bien (x) y el cálculo que debe hacer el productor correspondiente. El empleo de recursos para (x) en lugar de (y) implica un costo social, pero también hay un costo privado, porque el empresario debe pagar un precio para obtener los recursos que emplea. Por lo tanto el costo privado de producción es la suma de los costos explícitos e implícitos en que incurre un empresario por producir un bien (x). (Ferguson, 1984).

Costos Implícitos. Son aquellos costos en que incurre un empresario al producir un bien específico, consiste en la suma que podría ganar en el mejor uso alternativo de su tiempo y de su dinero (Ferguson 1984).

Costos Explícitos. Son aquellos por los cuales el empresario paga una cierta suma para adquirir los recursos, los utiliza para producir un bien y luego vende éste. Puede ser costos fijos o costos variables (Ferguson 1984).

En la producción de (3) se obtendrá un beneficio económico, sólo en el caso de que los ingresos superen la suma de los costos explícitos e implícitos.

Costos Fijo. Los insumos fijos generan costos fijos.

Costo Variable. Los insumos variables a corto plazo generan el costo variable a corto plazo. dado que el nivel de utilización de los insumos puede variar de acuerdo con el nivel de utilización de los insumos puede variar de acuerdo al nivel de producción, los costos variables también cambian con dicho nivel³².

Costo Total. A corto plazo, el costo total es la suma del costo variable total y el costo fijo total.

Costo Fijo total. Es la suma de los costos fijos explícitos a corto plazo y los costos implícitos en que incurre el empresario (Ferguson, 1986).

Costo variable total. El costo variable total es la suma de las cantidades gastadas en cada uno de los insumos variables empleados.

³² Baca Urbina G. " Evaluación de Proyectos, 2da. Edición, Ed. McGraw-Hill. México 1990.

Costo Medio Total. El costo medio total es igual al costo total dividido por el número de unidades producidas.

Costo Marginal. El costo marginal es la adición al costo total, imputable a una cantidad adicional de producción.

Costos Financieros: Son los pagos por el uso del dinero obtenido a crédito a corto y largo plazo, los costos financieros son equivalentes a los intereses que hay que pagar en efectivo año con año, y debe de estar incluido entre los costos fijos de administración; estos costos a pesar de ser considerados fijos varían año con año de acuerdo a la forma en que se halla optado para amortizar el crédito³³.

Costos y Beneficios indirectos intangibles: En la mayoría de los proyectos agrícolas, presentan costos y beneficios intangibles, que siendo reales, y reflejan valores verdaderos, no se prestan a valoración, entre los beneficios intangibles figuran; la creación de nuevas oportunidades de empleos, mejor salud para la población, mejorar la nutrición, etc., y entre los costos intangibles tenemos, perturbación de la vida familiar, la contaminación ambiental y el rompimiento del equilibrio ecológico (Muñante Pérez, 1992)..

Costos por depreciación y Amortización de activos.

Son los costos que se consideran dentro de los costos fijos de producción, se obtienen del valor asignado a la pérdida anual de los activos fijos y del valor asignado anualmente a la amortización de activos.

La amortización de activos es importante porque todos los activos e inversiones que no se destinan a la venta sufren siempre una baja en su valor, con el paso del tiempo, tanto por el uso que están sujetas durante el proceso de producción como por la acción de los

³³ Ferguson, E.C. Y Could. *Teoría Microeconómica*, México, 1978.

elementos naturales que lo deterioran y deprecian y aún por el hecho de quedar obsoletas, cuando aparecen diseños y equipos más modernos y eficientes³⁴.

El método que utilizaremos para calcular los costos de amortización será el método de amortización lineal o constante, el cual considera que la depreciación es constante a través del tiempo de su vida útil.

Valor de la producción: Están definidos por el volumen de producción y por los precios de los bienes que se produzcan; el volumen de producción dependerá del tamaño de la unidad de producción (Ha.), el precio a utilizar será el de mercado, además, es necesario contabilizar los ingresos por la venta de subproductos.

Relaciones de producción. Llamaremos relaciones sociales de producción a las relaciones que se establecen entre los propietarios de los medios de producción y los productores directos en un proceso de producción determinado, relación que depende del tipo de propiedad, posesión, disposición o usufructo que ellos establezcan con los medios de producción. (Harnecker, Martha, 1986).

Economía Campesina: Es una organización productiva que tiene en primer lugar, la necesidad de satisfacer las necesidades de consumo de los individuos que la componen, es decir, del campesino y su familia. (Calderas, 1987).

En términos económicos el campesino puede definirse como un pequeño productor agrícola con recursos de capital muy limitado debido a que basa su estrategia económica en la autoexplotación de la mano de obra familiar no remunerada, sin poder lograr un proceso sostenido de acumulación de capital. (CEPAL, 1984).

³⁴Según expertos de la FAO sobre caña de azúcar como alimento, República Dominicana julio de 1986.

Las agriculturas campesinas se vuelcan progresivamente hacia los mercados internos, dirigidos por un fuerte sector de intermediarios determinantes en este proceso de articulación. Mientras que la agricultura empresarial se orienta en forma preferente hacia los mercados externos. (CEPAL, 1984).

4.2.- Indicadores de Rentabilidad.

Concepto de Rentabilidad. El criterio básico de la evaluación para el empresario privado es, obtener el máximo de utilidades por unidad de capital empleado en el proyecto. A esta relación se le llama rentabilidad del proyecto y se suele expresar como el porcentaje que representan las utilidades anuales respecto al capital empleado para obtenerlos (ONU, 1958).

Relación Beneficios - Costos. Para el empresario el capital representa el poder con que cuenta para usar la variada gama de recursos productivos. Bajo este aspecto, la rentabilidad es para el empresario la medida de los beneficios obtenibles por unidad de recursos totales empleados en un proyecto (Baca, Urbina 1990).

Expresión Algebraica de $R B/c$.

$$R B/C = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}} = \frac{\text{Costos} + \text{Utilidades}}{\text{Costos}}$$

Siendo U las utilidades, C los costos y R la relación, se tiene.

$$R = 1 + \frac{U}{C}$$

Es el cociente que resulta de dividir el valor actualizado de la corriente de beneficios entre el valor actualizado de la corriente de costos, a una tasa de actualización determinada.

La B/C expresa los beneficios obtenidos por unidad monetaria total invertida durante la vida útil del proyecto; si el valor es menor que uno, indicará que la corriente de costos actualizados es mayor que la corriente de beneficios y por tanto la diferencia $(B/C - 1)$, cuyo valor será negativo, indicará las pérdidas por unidad monetaria invertida y viceversa, cuando la B/C es mayor que uno, indicará la diferencia $(B/C - 1)$ cuyo valor será positivo, la utilidad por unidad monetaria invertida.

También puede expresarse en forma porcentual, restándole al valor obtenido la unidad y multiplicándolo por cien³⁵. Y el valor que se obtenga, positivo o negativo, indicará el porcentaje de utilidad o pérdidas sobre los costos, y además, hasta que porcentaje se podría incrementar o disminuirse estos costos a fin de que se igualen a los beneficios. Tomando el recíproco de la B/C, sustrayéndolo de uno y multiplicándolo por cien³⁶. El valor que se obtenga, positivo o negativo indicará hasta qué porcentaje podría disminuir o aumentar los beneficios a fin de que se igualen a los costos.

El criterio formal de selección a través de este indicador, es aceptar todos los proyectos cuya B/C sea igual o mayor que uno.

³⁵.- $[(B/C) - 1] * 100$

³⁶ $\{ 1 - [1 / (B/C)] \} * 100$

4.3.- Punto de Equilibrio.

El análisis del punto de Equilibrio es una técnica útil para estudiar las relaciones entre los costos fijos, los costos variables y los beneficios.

El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que son exactamente iguales los beneficios por ventas y la suma de los costos fijos y variables (Baca 1990).

El análisis del punto de equilibrio también se le conoce como el umbral de rentabilidad, el cuál determina el punto en que los ingresos provenientes de las ventas coinciden con los costos totales de producción.

El punto de equilibrio también se puede definir en términos de unidades físicas producidas, o del nivel de utilización de la capacidad instalada en el cuál los ingresos provenientes de las ventas coinciden con los costos totales de producción³⁷.

Para el cálculo del punto de equilibrio se toma en cuenta las siguientes consideraciones:

Los costos totales de producción son una función del volumen de producción o de ventas, esto relacionado con la capacidad de funcionamiento.

El volumen de producción es igual al volumen de ventas.

Los costos unitarios variables se modifican en proporción al volumen de producción, por consiguiente los costos totales de producción también se modifica en forma proporcional al volumen de producción.

³⁷Muñante Pérez, D. *Apuntes para la Evaluación Económica de Proyectos*, UACH, 1988.

Los precios unitarios de ventas de un producto o de una gama de productos son iguales para todos los niveles de producción (ventas) a lo largo del tiempo. Por consiguiente, el valor de las ventas es una función lineal de los precios de venta unitarios y las unidades de ventas vendidas.

El nivel de los precios de ventas unitarios y de los costos totales de producción permanecen constantes.

Sólo se puede calcular cuando se tiene un sólo producto; cuando se tienen varios productos y subproductos dentro de la unidad de producción, esta gama de producción debe convertirse en un solo producto.

Formulas para la determinación del punto de equilibrio.

Punto de equilibrio en el valor de ventas.

$$PE.VV = \frac{CFT}{1 - (CVT/PT)}$$

Punto de equilibrio en el volumen de producción

$$PE.VP = \frac{\frac{PE.VV}{IT}}{UV}$$

Donde:

CFT Costos fijos totales

CVT Costos Variables Totales.

UV Unidades Vendidas

IT Ingresos Totales

4.4.- Análisis de Sensibilidad.

Se denomina análisis de sensibilidad (AS) al procedimiento por medio del cuál se puede determinar cuánto se afecta (que tan sensible es) la rentabilidad en determinada variable del proyecto.

El análisis de sensibilidad consiste en elaborar un nuevo flujo de costos y beneficios haciendo variar alguna de las variables de riesgos, con la finalidad de ver que sucede con la rentabilidad del proyecto bajo estas condiciones diferentes a las que sirvieron de base para el análisis inicial.

Estas variaciones de las variables de riesgos, van a modificar el valor de los indicadores de rentabilidad económica, indicándonos el grado de sensibilidad del proyecto a el o a los cambios en las variables modificadas, para que a partir de estos resultados se tenga una mayor visión sobre los riesgos de la actividad en cuestión.

El análisis de sensibilidad para nuestro caso sólo se hará a una variación de los precios del producto; Se refiere a medir el grado de sensibilidad del proyecto a bajas en los precios de venta del producto y / o aumento en los costos de producción.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1.- Análisis técnico del sistema de producción.

El establecimiento del cultivo de caña de azúcar en el valle de Putla Villa de Guerrero, se consideran varios aspectos para su mejor crecimiento y desarrollo adecuado se consideran los siguientes procedimientos:

- **Selección del terreno;** este debe de ser plano, no pantanoso, con disponibilidad de agua, suelos areno-arcillosos.
- **Preparación del Terreno:** Esta actividad consiste en realizar un chapeo (desmonte), seguido de un barbecho para remover el suelo, esta actividad se realiza con tractor, después se voltea la tierra para que seque bien y se expongan los huevecillos de plagas al sol para su exterminio, la siguiente actividad es la realización de una rastra para romper los terrones y que el suelo quede bien mullido, listo para pasar la surcadora, esta se realiza a una distancia de 80 cm. entre surcos. La preparación del terreno se realiza en los meses de Septiembre y octubre.
- **Siembra:** Consiste en depositar la semilla en el fondo del surco, la caña se corta en pedazos de 20 cm. se acomoda en dos hileras en forma alternada, después se procede a tapar el surco para facilitar la germinación, inmediatamente se realiza un riego para su mejor brote de yemas. Con la finalidad de apoyar a los jornaleros, estos siembran maíz intercalada con la caña, las condiciones son: no utilizar herbicidas para el control de malezas, no utilizar fertilizantes químicos, y no maltratar las plantas de caña.
- **Riegos:** Se aplican los riegos que sean necesarios, para mantener el suelo siempre húmedos.
- **Rezaneo:** Esta consiste en limpiar con machete (eliminar malezas) el contorno de la parcela (cultivo de caña), con la finalidad de controlar los ataques de roedores a la plantación.

- **Limpia de canales:** Es importante limpiar los canales que alimentan de agua para el riego, para facilitar el flujo del agua.
- **Deshoje:** Es una actividad particular de esta zona, consiste en quitar las hojas a la caña, con machete, con la finalidad de una maduración uniforme, esta actividad se realiza en los meses de agosto, es determinante esta actividad para una mejor calidad del piloncillo.
- **Cosecha:** Inicia en octubre dependiendo de la variedad sembrada y fecha de siembra, se considera que el cultivo está maduro cuando tenga una edad de 14 meses, termina la zafra en mayo, cuando empiezan las lluvias.

5.1.1.- Consideraciones del cultivo de caña en esta zona.

- 1.- Para el establecimiento de una cañaveral, no se utilizan fertilizantes químicos, por la sencilla razón de que no es necesaria, pues el mismo cultivo aporta materia orgánica para el suelo.
- 2.- El control de malezas se realiza en forma manual, sin la aplicación de ningún tipo de herbicidas, pues según los productores que al aplicar herbicidas o fertilizantes al suelo, la calidad del piloncillo disminuye, pues se aprecia otro sabor al mismo.
- 3.- No se utilizan ningún producto químico para controlar o prevenir plagas y enfermedades, sólo se realizan algunas prácticas de sanidad, como son, rezaneo limpio de canales, etc.
- 4.- En las grandes zonas cañeras se acostumbra quemar el cultivo antes de la cosecha, para facilitar el corte, en esta zona no se realiza la quema, para no eliminar la capa

de materia orgánica, que además de aportar nutriente al suelo la protege de los rayos solares, ayuda a controlar las malas hierbas y mantiene la humedad del suelo.

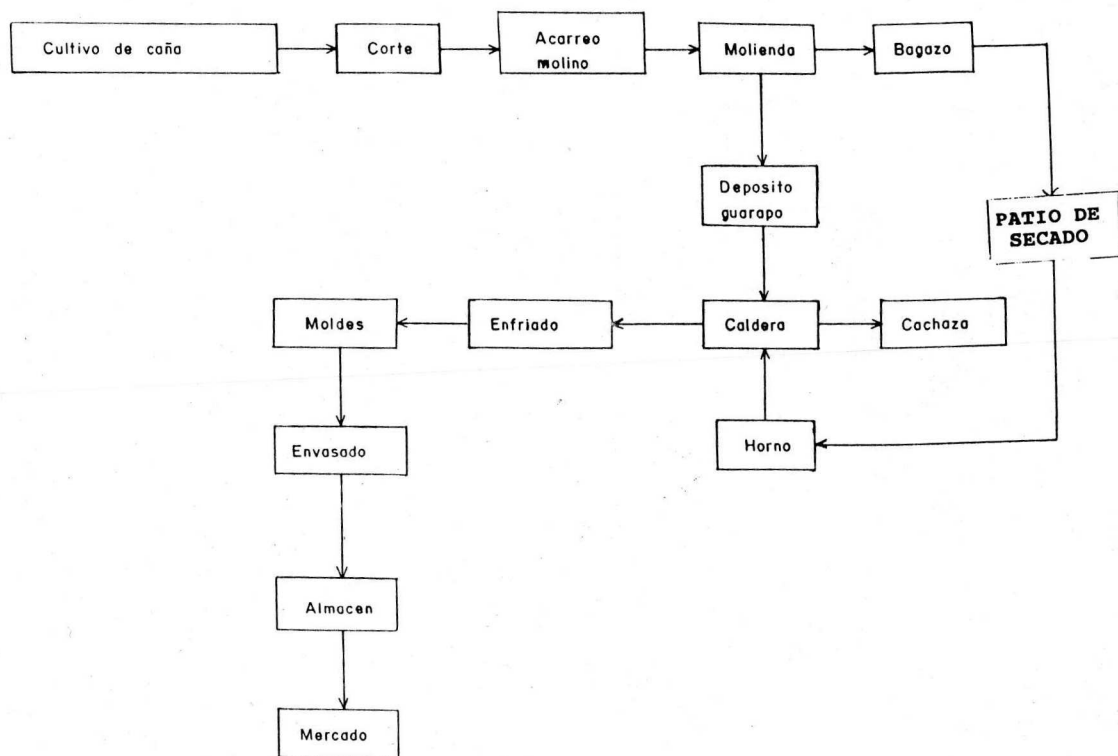
5.- En el primer año de establecerse el cultivo, se intercala con maíz o frijol la parcela con la finalidad de aprovechar mejor el suelo, para los productores que tienen grandes extensiones de caña (mas de 10 Ha), permiten que sus jornaleros siembren estos productos para su uso personal, la única condición es no utilizar herbicidas para el control de malezas.

Por todo lo anterior, la producción de piloncillo en esta zona se considera como un producto orgánico, con buena aceptación en los mercados. Es importante recalcar que los precios del piloncillo, está en función de los precios nacionales del azúcar, pues cuando esta sube también el precio del piloncillo es atractivo.

Los pequeños productores que no cuentan con trapiche propio, trasladan sus cañas a los trapiches donde se maquilan, la cual resulta muy particular la forma de pago, el dueño del trapiche paga, el corte, acarreo y molienda, el producto final se lo reparten equitativamente, es decir, el dueño del cultivo, sólo se encarga de el cultivo hasta próximo al corte.

Los resultados presentados a continuación son de un rancho de 16 Ha de caña, con trabajadores asalariados temporales y permanentes, pero que su proceso de producción es similar al resto de los productores

FIGURA 1.- DIAGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCION DEL PILONCILLO.



FUENTE: ELABORACION PROPIA A PARTIR DE ENTREVISTAS A PRODUCTORES.

5.2.- Análisis Económico.

El siguiente apartado se refiere a la estructura de costos, el análisis se encuentra en los costos por hectárea del cultivo de caña, el rendimiento que se consideró fue de 80 ton. de caña, con una eficiencia final del 10%, es decir 8 toneladas de piloncillo por hectárea, no se consideró los costos alternativos por el supuesto de que no existen.

Además se calculó el punto de equilibrio, para saber con cuanta cantidad de producto se cubren los costos de producción; la relación Beneficio Costo, calculada para saber cuánto se recupera por cada peso invertido, no se calcularon los demás indicadores por no contar con información y además no es útil para el presente trabajo.

Cuadro 8.- Estructura de costos variables a precios de 1994.

Actividades	Jornales/ha.	Costo/ Jornal	Costo total/activid.
Siembra			162.50
Preparación del Terreno			187.50
Riegos	5	20	100.00
Limpías (Deshierbes)	80	20	1600.00
Deshojos	20	20	400.00
Resaneo	5	20	100.00
Limpia de Canales	2	20	40.00
Corte de Caña	60	20	1200.00
Acarreo	24	20	480.00
Molienda	36	20	720.00
Caldera	12	30	360.00
Horno	14	20	480.00
Envasado	2	20	40.00
Acarreo al almacén	1	20	20.00
Insumos			
- Semillas			187.00
- Lubricantes			240.00
- Otros			90.00
Total de Costos Variables	271 Jornales		6,407.00

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de entrevistas a productores.

5.2.1.- Costos Variables.

Del cuadro de costos variables (Cuadro 8) se observa la importancia que tiene la mano de obra, pues para producir una hectárea de caña se requieren de 271 jornales, es decir, si una persona trabaja sola, casi un año para obtener esta producción. Las actividades en donde mayor mano de obra se requiere es para el deshierbe pues representa el 30% de la mano de obra total, le sigue en importancia el corte que representa el 22%, juntas ambas actividades representan poco mas del 50% del costo variable.

En el cuadro 8, se observa la importancia del cultivo como generador de empleos, además, los salarios que son un poco mas del mínimo, pero también los jornales en ocasiones son de 10 horas dependiendo de la actividad.

Los pocos insumos que se utilizan es porque el sistema de molienda es a través de una noria de agua que mueve al molino, la cual no utiliza energía eléctrica, y en la caldera sólo se utilizan pequeñas cantidades de cal.

En otros insumos se incluyen todo lo referente a: bolsas de polietileno para envasar el piloncillo, hilo para amarre, cebo como lubricante, y cal para la caldera.

Para el caso del acarreo al almacén, se contabilizó en un jornal, en realidad cada semana se transporta piloncillo al pueblo, donde esta el almacén, pero en pequeñas cantidades, y si sumamos, esos viajes, es casi de 8 horas, para acarrear la producción de una hectárea.

Para el envasado se realiza con bolsas de polietileno, se envasan en paquetes de 12 kg, aproximadamente. Se contabilizó en dos jornales por el tiempo que ello implica, pues para sacarlo de los moldes se tiene que golpear sobre una tabla, para después envasarlos.

Cuadro 9.- Costos Fijos.

a). Costos por Depreciación

Concepto	Valor Inicial	Vida útil	Depreciación Anual en \$
Molino	5000	25	200
Caldera	2000	10	200
Noria	2000	20	100
Canales(noria)	1500	10	150
Horno	3000	20	150
Camioneta	8000	10	800
Carreta	5000	10	500
Otros	1000	10	100
Total de Depreciación			2200

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de entrevistas a productores.

5.2.2.- Costos fijos

De los costos fijos arriba descritos, se aprecia que los mayores costos son por concepto de depreciación, estos costos no son contabilizados por los productores, el trapiche que se visitó, data de varios años, por tal su valor es aproximado, y no se tiene idea de cuanto tiempo será su vida útil, para fines de cálculos se estableció en 25 años.

La noria consiste en una Rueda (volanta) de madera con una vida útil de 20 años, en ocasiones se realizan sólo reparaciones mínimas y sigue funcionando.

Se requiere de los servicios de una camioneta para transporte de diversos productos para el trapiche, así como para el traslado del producto final al almacén, para nuestro caso se consideró una camioneta de 3/4 de tonelada, de segundo uso con un valor aproximado de 8000 pesos; su vida útil y mantenimiento no se contabilizó.

b) Otros costos.

Conceptos	Costos en \$
Renta de la tierra	1,000
Costos Administrativos	1,000
Costo de port. Ktal	2,990
Mano de Obra Permanente	1,350
Total	6,340

Fuente: Idem, Cuadro 9.

$$\text{COSTO FIJO TOTAL} = \text{Costo por Amortización} + \text{Otros Costos} \quad \$ 8,540.00$$

Costos Administrativos; en ningún trapiche se cuenta con administradores, pero esta actividad es muy importante para la toma de decisiones, generalmente le dedican algunas horas a la semana para esta actividad, durante el procesamiento de una hectárea de caña y el establecimiento del cultivo, se contabilizó en 1000 pesos, ya que esta actividad incluye, la busca de mercados y el control de calidad del producto.

En general, los costos fijos son más altos que los costos variables, es porque se incluyeron actividades que no intervienen directamente en el proceso, y generalmente los productores no la contabilizan.

Renta del Suelo. Esta se practica de una manera particular, el dueño de la tierra, al prestar la tierra a otro productor, éste la trabaja sólo durante 3 años, después de le devuelve al propietario para que siga trabajando la caña, como pago por el usufructo inicial. Para nuestro caso se contabilizó en 1000 pesos.

Mano de obra permanente: Se consideró el pago a 6 jornaleros que trabajan en forma permanente en el rancho, con la finalidad de vigilar el buen desarrollo de la planta y durante un periodo de 6 meses cuando no hay actividad cañera. Se aproximó el costo por hectárea.

Costo de Oportunidad del Capital: Si el productor decidiera no producir piloncillo y destina su capital a otra actividad, en este caso a una cuenta de ahorro bancario, el productor obtendría una ganancia anual de 2,990.00; si el banco le paga una tasa anual de 25 %, este costo se incluyó en de los costos fijos.

Es importante señalar que los pequeños productores de la región no consideran esta posibilidad, porque le aportaría menores beneficios y no tendrían empleo que esta actividad genera.

Cuadro 10.- Costos Total

Costos	% del C.total
Costo Variable Total 6,407	42.86
Costo Fijo Total 8,540	57.14
Costos Totales 14,947	100.00

Fuente: Idem, Cuadro 9.

5.2.3.- Costo Total.

El 42.8% de los costos totales corresponde a los costos variables, la causa principal de que los costos fijos son más altos es por los altos costos de la amortización de la maquinaria y equipo, si presindiéramos de los costos por amortización, los costos fijos serían menos de el 50%.

Cuadro 11.- Ingresos Totales por venta a precios de 1995

Producto	Cantidad	Precio	Ingresos	% del IT
Piloncillo (Kg.)	8,000	2.5	20,000	98.8
Puntas de Caña*	20	6.00	120	0.6
Bagazo*	20	6.00	120	0.6
Ingreso Total.			20,240	100.00

Fuente: Elaboración Propia, con datos obtenido de entrevistas directas de campo.

* Pacas de 20 kgs.

5.2.4.- Ingresos Totales.

Es importante señalar que los precios del piloncillo son muy variables, ahora que los precio del azúcar se liberaron, y estos tienden a la alza, los precios del piloncillo son más atractivos y más rentables.

Las ventas de los residuos de caña (bagazo y puntas), son de manera ocasional, sólo se realiza cuando los ganaderos hacen el pedido con anticipación, en algunas temporadas se venden una mayor cantidad. En el cuadro de arriba se observa la insignificancia que representa.

Cuadro 12.- Beneficios

Concepto	Costos
Costo Variable	6,407
Costos Fijos	8,540
Costos Totales	14,947
Ingresos Totales	20,240
Beneficios	5,293

Fuente: De los cuadros 8, 9 y 11.

Las utilidades netas por hectárea en la producción de piloncillo es de \$5,293.00, a precios de 1995, es una utilidad aceptable, además, se considera que los costos fijos no se desembolsan cada año, el productor los considera como ingresos, y los que cultivan 15 hectáreas, sus ganancias se incrementan considerablemente. Los costos variables representan menos del 50% de los costos totales, se debe principalmente por la escasa utilización de fertilizantes químicos y pesticidas, estos por sus elevados precios de venta, inflan los costos variables de producción.

5.2.5.- Relacion Beneficio - Costo.

Este indicador es útil para conocer cuánto se recupera por peso invertido en esta actividad, este es un indicador estático, que relaciona ingresos totales y costos totales, a grandes rasgos, se aprecia que cuando los costos son mejores que los beneficios resulta positivo, es decir, que la actividad es rentable, se recuperan los costos de producción.

Cuadro 13.- Cálculo de Relación Beneficio Costos

Costos Totales	14,947
Ingresos Totales	20,240
Utilidades	5,293
Relación Beneficio - Costos	1.35411

Fuente: Del cuadro 12.

De este cuadro se observa que por cada peso invertido para la obtención del piloncillo se recupera 35.41 centavos, viendolo en forma porcentual nos indica que la rentabilidad del cultivo, es del 35.41 por ciento.

Sin considerar los costos fijos, la rentabilidad del mismo aumenta, se aprecia que los costos son muy altos, y aún así la rentabilidad es aceptable si consideramos el criterio que son rentables todos los proyectos cuya Relación Beneficio Costo es mayor que la unidad.

Si le restamos la unidad al recíproco de la relación beneficio costos y lo multiplicamos por 100, obtenemos el porcentaje en que se pueden disminuir los beneficios para igualarse a los costos. " Los beneficios se pueden disminuir hasta un 26.16% a fin de igualarse a los costos totales".

$$\text{Beneficios } 20,240 - 26.16\% = 14,947$$

$$\text{Costos } 14,947$$

$$\text{Beneficios} = \text{costos.}$$

La relación beneficio costo es igual a la unidad.

5.3.- Análisis de Sensibilidad.

El análisis de sensibilidad se realizó con 3 variables básicas, variando los precios de venta, rendimientos, y costos de producción.

Cuadro 14.- Analisis de sensibilidad cuando los precios de mercado disminuyen en un 10%

Producto	Rendimiento	Precio Original	El precio disminuye en 10%	Ingreso total
Piloncillo	8,000	2.5	2.25	18,000
Puntas De caña	20	6.0	5.4	108
Bagazo	20	6.0	5.4	108
Ingreso Total				18,216
Costo Total	14,947.00			
Relación Beneficio - Costo		1.2187		

Si los precios del piloncillo bajaran en un 10%, la rentabilidad de la misma disminuye al 2.18%, Esta variable es poco sensible, pues sólo disminuciones mayores del 20% ocasionan pérdidas.

Para este esenario sólo se variaron los precios, los costos y rendimientos permanecieron constantes. Es muy común que esto ocurra, sobre todo durante la época de la molienda, cuando aumenta la oferta de piloncillo y de acuerdo a los precios nacionales del azúcar granulado.

Cuadro 15.- Analisis de sensibilidad cuando los precios de mercado disminuyen en un 20%

Producto	Rendimiento	Precio Original	El precio disminuye en 10%	Ingreso total
Piloncillo	8,000	2.5	2.00	16,000
Puntas de caña	20	6.0	4.80	96
Bagazo	20	6.0	4.80	96
Ingreso Total				16,192
Costo Total	14,947.00			
Relación Beneficio - Costo		1.0833		

Bajo este escenario el productor aún soportaría una baja en los precios hasta de un 20%, obteniendo una ganancia de 8%, si los precios siguen bajando el productor tendría pérdidas. En este caso la decisión de producir piloncillo, es poco atractivo, pues los precios de mercado son muy bajos y apenas si se cubren los costos de producción, al productor le conviene invertir su capital en otra actividad (financiera), para obtener mayores ganancias y sin mayores riesgos.

En el siguiente caso se presenta una situación en que los precios aumentan un 10%, permaneciendo las demás variables constantes, se observa que la relación beneficio costos es del 48.8%, la actividad se vuelve mas atractiva.

Cuadro 16.-Análisis de sensibilidad cuando los precios de mercado Suben 10%

Producto	Rendimiento	Precio Original	El precio aumenta en 10%	Ingreso total
Piloncillo	8,000	2.5	2.75	22,000
Puntas De caña	20	6.0	6.60	132
Bagazo	20	6.0	6.60	132
Ingreso Total				22,264
Costo Total	14,947.00			
Relación Beneficio - Costo	1.4888			

En este caso, cuando los precios de mercado suben un 10%, manteniéndose constantes los costos de producción, la actividad es aún más atractiva, por cada peso invertido, se recupera 1.48 pesos, es decir, que la rentabilidad del piloncillo sería de 48.88 %.

Ahora que los precios nacionales del azúcar se ha liberado, es decir que se determina por el libre juego de la oferta y la demanda, los precios del piloncillo también aumentan, porque los precios del azúcar determinan los precios del piloncillo.

Presentamos este escenario, para una mejor ilustración, porque es difícil que se presente en la realidad, generalmente suben también los costos de producción (precios de los insumos).

Cuadro 17.- Analisis de sensibilidad cuando los costos suben en un 35%

Concepto	Costo	Costo,Increm. 35 %
Costos Variables	6,407.00	8,649.45
Costos Fijos	8,540.00	11,529.0
Costos Totales	14,947.00	20,178.45
Ingresos Totales	20,240.00	
Relación Beneficio Costo	1.003	

Si los costos totales de producción aumentan en un 35%, manteniendo constantes las demas variables, la actividad es condicionada, se recuperan todos los costos, no existen pérdidas ni ganancias, puede ocurrir esta situación, si los salarios y los insumos aumentan. Con la situación económica del país, los precios de los insumos pueden subir a mas del 35% y los precios de los productos agrícolas permanecer constante.

Cuando la relación beneficio-costos es de cero, significa que los costos de producción son iguales a los ingresos, las ganancias son nulas, al productor es necesario recomendarle otra alternativa de inversión, para capitalizarse.

Cuadro 18.- Analisis de sensibilidad cuando los costos suben en un 10% y los precios bajan en 10%

Concepto	Valor Real	Con un 10%
Costos Variables	6,407.00	7,047.7
Costos Fijos	8,540.00	9,394.0
Costos Totales	14,947.00	16,441.7
Ingresos Totales	20,240.00	18,216.00
Relación Beneficio Costo	1.1079	

Esta situación es la más común, pues generalmente los costos tienden a subir y los precios de mercado del producto son muy fluctuantes, bajo este escenario el productor de piloncillo puede soportar, teniendo una ganancia mínima de 10%, siempre que sus rendimientos no decaigan.

Cuadro 19.- Análisis de Sensibilidad cuando el rendimiento disminuye en 15%

Producto	Rendimiento	Disminución Rend. en 15%	Precios	Ingreso total
Piloncillo	8 000	6,800	2.50	17,000
Puntas De caña	20	17	6.00	104
Bagazo	20	17	6.00	104
Ingreso Total				17,208
Costo Total	14,940.00			
Relación Beneficio - Costo		1.15180		

Como se observa, un incremento en los costos tiene menos impacto en la rentabilidad que una caída en el precio de la misma magnitud, la otra variable de gran importancia son los rendimientos, pues con una baja de más del 20% representa pérdidas para el productor.

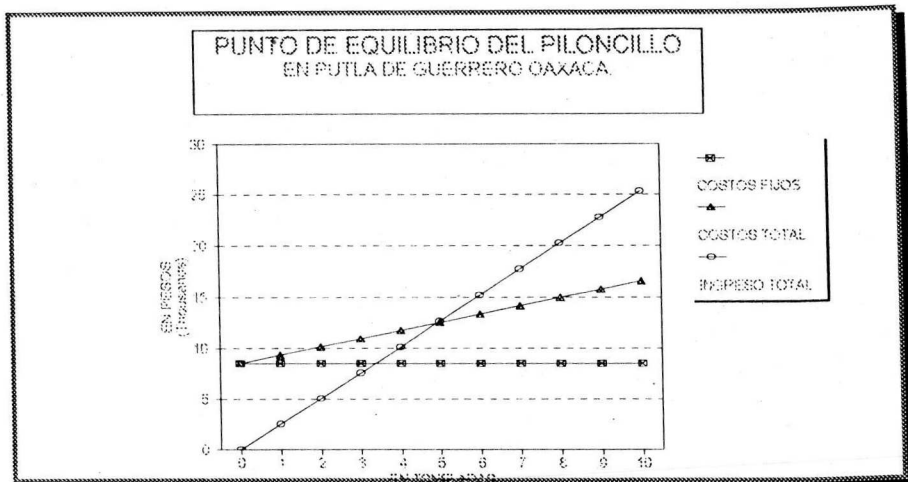
5.4.- Punto de Equilibrio.

Una referencia de rentabilidad importante es el punto de equilibrio, esto es, el volúmen producido donde se igualan los costos y beneficios del cultivo.

Cuadro 20.- Punto de Equilibrio

Costo Fijo Total	8,540.00
Costo Variable Total	6,407.00
Ingresos Totales	20,240.00
Unidades Vendidas	8,000.00
PE. Valor de Ventas (PE.VV)	12,495.40
PE. Volúmen de Producción (PE.VP)	4,940.00
PE. en porcentaje sobre la capacidad de funcionamiento	61.73

En el cuadro anterior se observa que es necesario un rendimiento de 5 toneladas de piloncillo por hectárea para recuperar todos los costos de producción. Una producción inferior, representaría pérdidas; el punto de equilibrio representa el 61.7% del rendimiento real de piloncillo. Es decir, que el rendimiento obtenido por hectárea de piloncillo, está por arriba del punto de equilibrio, el volúmen de producción en equilibrio, representa el 61.7% del rendimiento real.



Cuadro para graficar el punto de equilibrio

Cantidad	Costo Variable	Costo fijo	Costo total	Ingreso
0	0	8540	8540	0
1	800.875	8540	9340.875	2530
2	1601.75	8540	10141.75	5060
3	2402.625	8540	10942.625	7590
4	3203.5	8540	11743.5	10120
5	4004.375	8540	12544.375	12650
6	4805.25	8540	13345.25	15180
7	5606.125	8540	14146.125	17710
8	6407	8540	14947	20240
9	7207.875	8540	15747.875	22770
10	8008.75	8540	16548.75	25300

5.5.- Usos alternativos de la caña de azúcar y subproductos en Putla, Villa de Guerrero Oaxaca.

Los Residuos de la caña, que se obtienen en esta zona son: Puntas y Hojas; Zárate, G. (1994), estimó que por hectárea se obtienen 7,295 kg, de puntas de caña, con una humedad del 20%, actualmente este residuo se aprovecha como materia orgánica para el mismo cultivo de caña, pues se deja en el cultivo al realizarse el corte de caña.

Sin embargo, es factible su uso como forraje para la alimentación del ganado bovino, para ello es necesario algún método de conservación del mismo. El productor entrevistado lo deshidrata para empacarlo y vender a los ganaderos de la región, sólo que una pequeña cantidad de puntas de caña. Se ha comprobado la viabilidad de esta alternativa. Su aceptación por los ganaderos de la región es lenta por falta de difusión, y la gustabilidad animal, es baja, por lo que se recomienda la suplementación con algún otro material.

Bagazo: Son los residuos que resulta de la molienda de la caña de azúcar, la mayor parte se utiliza como combustible para alimentar el horno de la caldera, el sobrante se puede utilizar como forraje. Se ha calculado que puede utilizarse más de una tonelada de bagazo con 10% de humedad como forraje, adicionandole algún otro forraje para mejorar la digestibilidad.

Cachaza. Es un subproducto que se desecha durante la cocción del guarapo. Se considera que se desechan alrededor de 150 litros diariamente; por hectárea se produce alrededor de 1800 litros de cachaza, algunos productores ofrecen a los bovinos en pequeñas cantidades de este subproducto; la mayoría de ellos la desechan y en ocasiones se presenta como una fuente de contaminación de las fuentes de agua. Según la bibliografía; es factible la utilización como fertilizantes, previo secado al sol, o como alimento de aves, porcinos y bovinos, mediante algún conservador para evitar su fermentación.

Sé un hombre útil más que un hombre hábil,
honesto aunque no te vean

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

a).-Conclusiones.

1.- El valle de Putla villa de Guerrero, se cultiva caña de azúcar para la fabricación de piloncillo y aguardiente, los métodos de producción de piloncillo son semiartesanales; por un lado se utilizan trapiches antiguos (tradicionales) para la molienda y cocción, y por otra, para el acarreo utilizan tractores, camionetas, entre otros equipos modernos, así como la utilización de semillas mejoradas.

2.- La producción de piloncillo se ha mantenido durante varios siglos, su desplazo con otros endulzantes ha sido muy lento (en la zona), debido a la tradición de consumo del producto en la región; algunos productores de piloncillo destinan su producto a la fabricación de aguardiente, aclarando que el piloncillo de mala calidad se destina a la obtención del aguardiente (panelón), este producto es aceptado por la población rural de esta zona, tal vez por ser un producto de bajo precio.

3.- De los costos variables; por concepto de limpieas (deshierbes) es la actividad más costosa; se realiza en forma manual, ocupando un total de 80 jornales por hectárea, por año, representando casi el 35% de los jornales invertidos en una hectárea de caña para la obtención de piloncillo. La actividad siguiente en importancia es el corte, ocupa 60 jornales por hectárea, ambas actividades representan más del 50% de los costos variables.

4.- Esta actividad es importante por la generación de empleos, durante la molienda se generan 1500 empleos directos en la región, sin considerar los empleos indirectos, en el resto del año las limpieas también absorben mano de obra.

5.- Los costos fijos; representa el 57% del costo total, los costos fijos que mayor cantidad representa es el costo de oportunidad del capital. Los pequeños productores (menos de 2 Ha) no tienen estos gastos, por tal sus costos fijos se reducen considerablemente.

6.- La renta de la tierra que se estimó en \$1000.00 anuales, no es una practica común en la región, generalmente se presta un terreno para la siembra de caña; y cuando el cultivo ya tenga 3 años, se devuelve al propietario de la tierra, para que siga trabajando con la caña, que como pago por sus tierras recibe un cultivo ya establecido, sin inversión alguna.

7.- La relación Beneficio - Costos, resultó positivo, con una ganancia del 35.4 %, dadas, las condiciones financieras del país, y el costo de oportunidad del capital, es una ganancia aceptable. En términos financieros y con el precio de venta de \$2.50 el kilogramo de piloncillo se recomienda este cultivo., considerando además, los beneficios sociales que representa, y la derrama económica que se genera, (pues no solo genera empleos directos sino, aporta por valor de la producción poco más de 12 millones de pesos anuales) se debe dar un mayor impulso a esta actividad, por parte de las instituciones estatales.

8.- En los análisis de sensibilidad, se observó que es muy sensible a los precios de mercado, es decir, con una disminución en los precios de 26% los beneficios resultan negativos; es importante aclarar que los precios del piloncillo se rigen por los precios nacionales del azúcar, ahora con la liberación del precio de azúcar, el del piloncillo también aumentó. Una disminución en los rendimientos del 30% tambien afectaría a los beneficios.

9.- Se calculó el punto de equilibrio; para saber con que rendimientos el productor no incurre en pérdidas, esta se logra con una producción de 5,000 kg, por abajo de esta producción se tienen pérdidas, es decir, si los rendimiento de caña bajaran a menos de 50 toneladas por hectárea, la actividad no seria rentable, en nuestro caso se observó que los rendimientos obtenidos con el 61% se cubren todos los costos.

10.- Es factible considerar al piloncillo producido en esta región como un producto "orgánico"; porque en la mayoría de de los productores todas las actividades la realizan en forma manual, no utilizan herbicidas, ni fertilizantes quimicos; según los productores, al aplicar fertilizantes al cultivo de la caña, el piloncillo obtenido cambia de sabor y pierde calidad.

11.- La utilización de los subproductos de la caña, bagazos, punta de caña y cachaza, se realiza en forma empírica y en escala familiar. Pocos son los productores que utilizan bagazo para la alimentación animal, debido a la utilización como combustible en el horno; sin embargo es factible la utilización del excedente (1 ton. aprox.) para la alimentación animal. Las puntas de caña, la utilizan como abono organico para el cultivo de caña, su potencial es alto como alimento para bovinos: se puede deshidratar y empacar para la alimentación animal.

La cachaza es otro subproducto que no se utiliza adecuadamente, algunos productores ofrecen a los bovinos en pequeñas cantidades, la mayor parte se desecha por no saber utilizarlo; en algunos casos este ocasiona contaminación de las aguas.

b.- Recomendaciones.

1.- Se recomienda, la utilización de alguna leguminosa (pica pica) para cubrir el suelo en el cultivo de la caña, con la finalidad de controlar las malezas y además de fertilizar el suelo; con ello se lograría reducir los costos por deshierbes, aumentando la utilidad de esta actividad.

2.- Se recomienda reducir al mínimo la utilización de mano de obra permanente, para reducir los costos fijos.

3.- Utilizar variedades de caña de mayor rendimientos y validados en la zona, que sean resistentes a plagas y enfermedades.

4.- La formación de sociedades para la producción y comercialización, para mejor manejo de los cultivos y para eliminar a los intermediarios del piloncillo.

5.- La utilización de la cachaza como fertilizante para el cultivo de caña. Así como para la alimentación animal, para ello es necesario secarla al sol durante varios días hasta solidificarse; se estima una producción de cachaza de una tonelada por hectárea. Con lo anterior se podría liberar a las puntas de caña para la alimentación animal.

6.- Es indispensable la realización de un estudio que evalúe la respuesta de la cachaza como fertilizante para la caña; así como buscar nuevos canales de comercialización, para mejorar los precios y las condiciones de vida de los productores.

" Vivir no es sólo existir, sino existir y crear.
saber sufrir y gozar, y en vez de dormir, soñar".

BIBLIOGRAFIA.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Baca Urbina Gabriel. "Evaluación de Proyectos , 2da. Edición, Editorial, McGraw-Hill Interamericana de México, Méx. 1990.
- 2.- Banco de México, Oficina de Investigación Industrial. Tendencias de la Industria de la transformación, En México; 1950 - 1958, México 1961.
- 3.- Calderon S., Jorge A. 1986. Agricultura, Industrialización y Autogestión Campesina. CEHAM-UACH.
- 4.- D.G D.A. Elaboración de Piloncillo. Folleto
- 5.- Ferguson, E.C. y Could, P.J. "Teoría Microeconómica, Editorial, Fondo de Cultura Económica, México D.F. 1978.
- 6.-FIRA. Boletín Informativo. " Estructura de Cotos, 8a, Epoca, México, 1984. Núm. 159, vol. 16, México D.F.
- 7.- INEGI, 1990. XI Censo General de Población y Vivienda. Resultados definitivos. Tabulados básicos por Distrito. Estado de Oaxaca. Tomo VIII.
- 8.- Lira Andres y Luis Moro. El Siglo de la Integración, Historia General de México, Tomo II. El Colegio de México, Méx. 1976.
- 9.- López Rosado, Diego. Historia de la Agricultura y Ganadería. Ed. Herrero, Mex. 1977.
- 10.- Luna, Ruiz, F. Pequeños Ingenios para el incremento de la producción de piloncillo, Tesis de licenciatura 1942. ENA.
- 11.- Martinez Fierros, J. L. Estudio Agroeconómico del Cultivo de la Caña de Azúcar. 1987, Tesis, Ing. Agrónomo, fitotecnista. UACH.

- 12.- Marx, K. 1857 - 1858. Elementos fundamentales para la crítica de la economía política (Grundrisse). V.1. Siglo Veintiuno Editores.
- 13.- Monegro Díaz, J. T. 1992, Diversificación Agrícola, Tesis Doctoral, Instituto Politécnico Nacional, Fac. Economía. Méx.
- 14.- Monroy, Oscar; et, al. "Perspectivas de Integración entre la producción ganadera y la pequeña industria azucarera. II reunión Internacional de la Caña de Azúcar en la Alimentación Animal, Oaxtepec, Morelos 1978.
- 15.- Muñante Pérez Domingo. "Indicadores para la Evaluación Económica de Proyectos. UACh, Méx., 1988.
- 16.- Pérez García Rey Hideberto. "Análisis Económico Agrícola de los Valles Centrales del Estado de Oaxaca, (caso Ayoquezco de Aldama). Tesis, Economía UACh, México, 1993.
- 17.- Romero Lima, Ma. del Rocio. Piloncillo, Producción y Calidad 1983. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo Especialista en Industria Agrícolas, U.A.Ch.
- 18.- Sandoval Fernando B. La Industria del Azúcar en la Nueva España. Instituto de Historia, Méx. 1951.
- 19.- Varela López, Francisco Javier. "Estudios para el establecimiento de una planta productora de Piloncillo, Tesis, facultad de Contaduría y administración. UNAM, México 1973.
- 20.- Vladimir Ilich, Lenin, 1919. Una gran iniciativa, Obras escogidas en tres tomos, Editorial Progreso, URSS.
- 21.- Zedong, Mao, 1985. Cinco Tesis Filosóficas. Ed. Quinto sol.

Citas Bibliográfica

- 1.- Harnecher Martha. *Los Conceptos Elementales del Materialismo Histórico*. 21a. Impresión. Siglo veintiuno Ed. México. 1979.
- 2.- Instituto de Capacitación de la Industria Azucarera. *Análisis y Control de Calidad de la Caña de Azúcar*. México, 1978.
- 3.- Hugot E. *Manual para Ingenieros azucareros*. 4a. Impresión. CECSA. México 1976.
- 4.- Monroy Oscar., F. Torres, G. Viniegra. "Perspectivas de Integración entre la Producción Ganadera y la Pequeña Industria Azucarera". II Reunión Internacional de la Caña de Azúcar en la Alimentación Animal. Oaxtepec, Morelos, Abril, 1978.
- 5.- Mc. Cabe Smith. *Operaciones Básicas de Ingeniería Química*. Tomo II. Ed. Reverté. Barcelona, España, 1968.
- 6.- Galindo Fentanes Enrique. *Diseño de un Proceso de Elaboración de Miel Invertida para la Pequeña Industria Azucarera*. Tesis, Escuela de Ingeniería Química. U.A.P. Puebla, México, 1981.
- 7.- Tormes Francisco Eugenio. *Importancia del Factor "Calidad de la Caña" en el logro de la Máxima Productividad Azucarera*. Boletín Azucarero Mexicano 170. 1963, México.
- 8.- Fourton N. León. *La Industria del Piloncillo en México*. México. varios números, 1949.
- 9.- Ramos Núñez Guillermo. *La Panela*. El Campo, 1954.
- 10.- Marx Carlos. *El Capital. Crítica de la Economía Política*. Vol. I. Séptima Reimpresión. Fondo de Cultura Económica. México 1973.

