

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



Determinación de la Fertilización Óptima Económica en  
el Cultivo de la Caña de Azúcar en la Zona de  
Abastecimiento del Ingenio Melchor Ocampo

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

*INGENIERO AGRÓNOMO*

P R E S E N T A

EDGARD S. MAX ROESNER GARCIA

GUADALAJARA, JALISCO. - 1979

A mis Padres:

Everardo y Bertha.

Quienes hicieron posible mi for  
mación profesional otorgándome  
los lineamientos materiales y -  
morales.

A mis Abuelitos y Hermanos.

## Reconocimiento

Para el Ing. Agustín Rosas de  
Alba; técnico del I.M.P.A. --  
del Ingenio Melchor Ocampo, -  
por su orientación práctica y  
objetiva.

De la misma forma a mi Director  
y Asesor de tesis: Ing.-  
Raymundo Acosta Sánchez, Ar-  
temio Gómez Arias y Floren--  
cio Resendiz, por su acerta-  
da dirección y asesoría.

Igualmente a los Ingenieros  
Leonel González Jáuregui y-  
Elías Sandoval Islas, con -  
cuya participación desinte-  
resada fue factible la génil  
sis de la presente.

## INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I BOSQUEJO HISTORICO	5
CAPITULO II SISTEMATICA	9
II.1. S. Spontaneum	10
II.2. Robustum	12
II.3. Sinence	12
II.4. S.Barberi.	14
II.5. S. Officinarum	15
CAPITULO III MORFOLOGIA Y ANATOMIA	21
III.1. Tallo	21
III.2. Tallo (Morfología)	23
III.3. Hojas (Morfología)	31
III.4. Inflorescencia (Morfología)	35
III.5. Rafz (Morfología)	38
III.6. Tallo (Anatomía)	41
III.7. Hoja (Anatomía)	43
III.8. Rafz (Anatomía)	48
CAPITULO IV FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LA CAÑA DE AZUCAR	50

	Pág.
IV.1. Factores edáficos	50
IV.1.1. Propiedades físicas del suelo	50
IV.1.1.1. Profundidad	51
IV.1.1.2. Textura y Estructura	51
IV.1.1.3. Consistencia	51
IV.1.1.4. Densidad aparente	51
IV.1.2. Propiedades químicas del suelo	55
IV.2. Factores climáticos	59
IV.2.1. Temperatura	61
IV.2.2. Luz	65
IV.2.3. Humedad	72
IV.2.4. Nubosidad	74
IV.2.5. Altitud	75
IV.2.6. Vientos	75
 CAPITULO V DESCRIPCION DE LA ZONA DE ABASTECIMIENTO	 76
V.1. Características de la zona de abas-	
tecimiento del Ingenio Melchor Ocampo	76
V.1.1. Localización y vías de comunicación	76
V.1.2. Descripción de la Unidad de Riego	77
V.1.3. Tenencia de la tierra	79
V.1.4. Precipitación	79
V.1.5. Temperatura	79
V.1.6. Evaporación	79
V.1.7. Clasificación del clima	80
✓ V.1.8. Fertilidad	89
V.1.9. Uso Actual del Suelo	90

	Pág.
V.2. Antecedentes generales de la zafra	
77-78 del Ingenio Melchor Ocampo	91
V.2.1. Trabajos de empresa-fábrica	91
V.2.2. Trabajos de Campo	91
V.2.2.1. Siembra	92
✓ V.2.2.2. Fertilización	92
V.2.2.3. Cultivos	93
V.2.2.4. Herbicidas ←	93
V.2.2.5. Riego y Drenaje	94
V.2.2.6. Costos de cultivo	94
V.2.2.7. Plagas	94
 CAPITULO VI MATERIALES Y METODOS	 96
VI.1. Diseño experimental y de tratamiento	96
VI.2. Tamaño de las parcelas	96
VI.3. Tamaño del experimento	97
VI.4. Análisis de Suelos	97
VI.5. Método de Siembra	97
VI.6. Variedad empleada	101
VI.7. Características de la variedad	101
VI.8. Niveles de Nutrientes por ensayar	101
✓ VI.9. Cálculo de fertilizantes	102
VI.10. Labores de cultivo	103
VI.10.1. Destoncrone o Rebote	104
VI.10.2. Eliminación de Basura	104

	Pág.
VI.10.3. Paso de cinceles	104
VI.10.4. Descarne	105
✓VI.10.5. Fertilización	105
VI.10.6. Aplicación de herbicidas	105
✓VI.10.7. Riegos	106
VI.11. Toma de alturas	106
VI.12. Muestreo de tallos	107
✓VI.13. Análisis estadístico	107
VI.14. Análisis de regresión para las curvas de crecimiento	107
 CAPITULO VII RESULTADOS	 109
VII.1. Realización del análisis estadístico	109
VII.1.1. Preparación de la información	112
VII.1.2. Cálculo de los coeficientes de regresión	115
VII.2. Significancia de los coeficientes de regresión	121
VII.3. Obtención de la regresión de muestra de Y en X	124
VII.4. Análisis económico	142
VII.4.1. Relación de costos comunes a todos los tratamientos	142
✓ VII.4.2.1. Costo de fertilizantes y acarreo	143
VII.4.3. Cálculo de la relación margen costo	146
VII.5. Análisis de lab. del muestreo de tallos	148
 CAPITULO VIII DISCUSIONES	 154
CAPITULO IX CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	158
CAPITULO X RESUMEN	161
BIBLIOGRAFIA	164

## I N T R O D U C C I O N

La caña de azúcar es un cultivo inminentemente tropical, y así -- adaptado a estas condiciones. Pero sin embargo analizando los requisitos ecológicos que este cultivo necesita para una armoniosa relación - entre su masa vegetal y el contenido de sacarosa, nos damos cuenta que en las condiciones tropicales marginales se tiene el mayor rendimiento en azúcar por hectárea/mes. Esta zona a nivel mundial se encuentra entre los 12 y 14° del hemisferio norte y los 10 y 12° del hemisferio sur, con pequeñas variaciones.

Si comparamos la energía radiante que cae en los trópicos con la que cae en las zonas templadas, encontramos que en ésta el total de -- energía radiante que cae en el año es menor que en los trópicos, razón por lo cual éstos deben ser considerados mejores para plantas de ciclo largo o permanentes; por lo contrario en los climas templados se denota una energía mayor que en los trópicos durante un período determinado, tres o cuatro meses; por lo cual resultan aptas para plantas de ci clo corto.

Debido fundamentalmente a las limitaciones climáticas anotadas an teriormente se considera que los trabajos de mejoramiento deben orientarse hacia las variedades que más se adapten a ellas, por lo cual deberfan realizarse cruces interespecíficos, es decir localizar seleccio

nes similares a las que se realizaron en los primeros trabajos de mejoramiento.

Aunque se entiende que este camino es más largo que los cruces intervarietales, pero no debemos olvidar que en el transcurso de los años estas variedades han sido seleccionadas para las condiciones climáticas donde ellas fueron obtenidas, de manera que para obtener variedades adaptadas debemos correr ese camino no el aparentemente fácil.

Por otra parte, si reconocemos que la energía acumulada en las plantas es la sumatoria aparente de la energía proveniente de la acción inmediata (radiante), más la mediata (trabajo), más la acumulada (fósil); concluimos entonces que la energía radiante está fuertemente subsidiada; razón por la cual debemos hacer profundas investigaciones encaminadas a desarrollar innovaciones tecnológicas que nos hagan menos dependientes de la energía acumulada, ya que en la actualidad toda tecnología se reduce fundamentalmente, en la mayoría de los casos, al mayor uso de esa energía.

Desde que el sabio Alemán Justus von Liebig en 1840 descubrió la nutrición mineral en las plantas y estableció las célebres leyes del retorno y del mínimo, se han estudiado diferentes métodos para determinar sus requerimientos nutritivos.

Tan pronto se hizo este descubrimiento se llegó a pensar que si se conocía la composición del suelo, era relativamente fácil determinar los requerimientos en fertilizantes de los cultivos, pues se consideraba que la absorción radicular era un simple proceso de difusión, ayudado por la corriente de transpiración, según el cual las sales disueltas eran llevadas a las partes superiores de las plantas. Hasselbrig, cita-

do por Maximov demostró la poca relación que existe entre la absorción mineral y la corriente de transpiración.

Se ha comprobado que la solución mineral no penetra en las plantas en la misma concentración en que se encuentra en el suelo, sino que hay una acción selectiva por la planta de acuerdo con la especie, variedad, clima y tipo de suelo, etc. El Dr. Hardy declara que hay un límite en el tamaño de las plantas (producción), relacionado con el volumen y naturaleza del espacio de las raíces. Una planta que crece en potes puede mostrar óptima nutrición mineral para esas condiciones, no siendo -- así para el ambiente natural.

De aquí la necesidad de la investigación sobre las cantidades de -- nutriciones minerales requeridos por las plantas, así como también la -- obtención de variedades capaces de absorber el máximo de nutrientes -- agregados y no desperdiciar ni tirar excesos.

La política seguida hasta hace algunos años, después del discu---- brimiento de la nutrición mineral, fue la de tratar de incrementar el -- rendimiento mediante las aplicaciones de fertilizantes, llegando a el -- límite en el cual la planta no puede ni captar más ni producir más, -- siendo necesario actualmente como se anotó anteriormente hacer que la -- producción sea menos dependiente de la energía acumulada y buscar otra -- tecnología que pueda aumentar la producción y no pretenderlo todo con -- fertilizantes ya que de esta última, la resultante es la incosteabili-- dad de los cultivos.

En el presente trabajo se pretendió dejar constancia tanto de la -- morfología de la caña de azúcar así como de los factores naturales que -- limitan el cultivo para un óptimo desarrollo de éste. Estos puntos fue--

ron considerados en forma general para el cultivo, encontrando lógicamente variantes para diferentes zonas productoras de caña de azúcar.

El éxito de cualquier empresa agrícola depende fundamentalmente - del crecimiento de los cultivos; si la planta crece y los rendimientos son buenos, el cañicultor obtendrá buenos beneficios, esto lógicamente excluyendo aspectos económicos mal llevados, recibirá a cambio de sus inversiones de capital y trabajo la calidad y la cantidad de la cosecha. Por otro lado, si el crecimiento de la planta ha sido pobre y los rendimientos de cosecha son bajos, el agricultor recibirá una pobre re compensa, si es que recibe algo. Este en sí fue el objetivo fundamental de este trabajo; determinar la fertilización óptima económica con la cual el cañicultor pueda obtener un mayor beneficio considerando su trabajo e inversión.

La investigación fue llevada a cabo con los lineamientos seguidos por los productores de la zona de abastecimiento del Ingenio Melchor - Ocampo, variando únicamente las dosis de fertilización, con el fin de obtener resultados verídicos de la situación en la cual se encuentran los agricultores.

## CAPITULO I

## BOSQUEJO HISTORICO

Dentro de ésta se incluyen especies salvajes, y variedades pertenecientes a el género *Saccharum* originaria de la región tropical de la Melasia. Su área de dispersión primitiva abarcó la Polinesia actual y el Sureste del continente Asiático, no encontrándose especies en el Hemisfero Occidental, Hawaii o Australia.

La mayoría de los historiadores consideran a la India como el país de origen de la caña de azúcar y lugar donde fue producido el azúcar. En un principio la caña se utilizó para mascar o producir un material sólido llamado Gur, resultante de la deshidratación por ebullición del jugo obtenido de la molienda. La caña de aquellos tiempos, se supone, tenía tallos gruesos, largos entrenudos, tejido interior suave, bajo porcentaje de fibra y un alto contenido de azúcar.

Merril establece la hipótesis que explica la existencia del género *Saccharum* en la Melasia y el campo restringido donde existieron cañas salvajes pertenecientes al género *S. robustum*, Brandel & Jesweit ex Grassel, encontradas en Nueva Guinea, además sugiere la existencia de un puente continental, que en época prehistórica unió la Polinesia con el Sureste de Asia constituyendo el antiguo Continente Asiático-Austra

liano, sobre el cual se llevaron a cabo las migraciones naturales u ori- ginales de la caña, la que, por hibridación natural con cañas silves- tres, originaron diferentes tipos, las cuales permanecieron aisladas -- ecológicamente al ocurrir hundimientos o separaciones que produjeron el status geológico existente en esa región.

Otras fuentes consignaron que en la India se cultivó caña en tie- rras húmedas hace algunos miles de años, especialmente en el territorio de Bengala, que se encuentra ubicado entre la Cordillera del Himalaya y el Golfo de Bengala y a lo largo del cruce del Ganges hasta su desembo- cadura, dándole el nombre a esta zona de Guara y a la ciudad de Gur.

El sancrito, antiguo idioma Hindú; designó el azúcar con la pala- bra de Sacra; en Griego Saccharum; en Arabe; Sukkar y en Persa: Xácar.

El cultivo de la caña pasó de la India a China y se esparció a Fi- lipinas y otras Islas del Pacífico, donde permaneció hasta que fue des- cubierta y movilizada por los Europeos a las costas del Mediterráneo. - A los Arabes se les acredita su transporte a través de Nubia, Etiopía - y Egipto, y de este último país a España, de España pasó a las posesio- nes Portuguesas de Africa, a las Islas Madeira, Azores y Canarias, don- de se elaboró por más de 300 años el azúcar que se consumía en Europa.

En la segunda mitad del siglo XV debido a los disturbios políticos que trajeron como resultado la captura de Constantinopla por los Turcos, provocaron de hecho la desaparición del cultivo de la caña de azúcar en España.

Colón en su segundo viaje introduce la caña de azúcar en el Conti- nente Americano y se inicia su cultivo en la Isla la Hispaniola (actual- mente Sto. Domingo, donde se fabricó por primera vez azúcar en 1509. -

Siendo ésta centro de distribución, la caña pasó a Cuba, Jamaica, Martinica, Guadalupe, Puerto Rico y otras Islas de las antillas. Fue introducida a México en el año de 1520; a Brasil en 1530; a Perú en 1533; a la Argentina en 1620 y a los Estados Unidos en 1715 por los Jesuitas.

La caña que se utilizó en los primeros cultivos ha sido conocida con diferentes nombres como Creole o Criolla, Caña del País, Caña de la Tierra y en algunas regiones de México como Caña de Castilla. Esta caña se encuentra caracterizada principalmente por tener entrenudos cortos, mediano grosor, color verde, bajo contenido de fibra, tejido suave, buen contenido de azúcar, fácil molienda y con rendimientos medios de campo.

Sin embargo no fue la única caña que sobrevivió como variedad comercial. En la Isla Mauricio, al Sur del Océano Índico y este del Continente Africano, Earle señala poco probable que dentro de las variedades cultivadas dentro de la Isla, hubiera existido la caña Creole o Criolla. De Mauricio, los tipos cultivados pasaron a Madagascar por un envío de trece variedades que fueron establecidas en el Jardín Botánico de Pamplemousses en 1813.

En 1657 cuando Francia desocupó Madagascar las variedades existentes en la Isla fueron llevadas a la isla de Bourbon (Reunión). Movilizándose nuevamente estas variedades de Bourbon a Mauricio.

La segunda etapa del desarrollo de esta industria, se inicia con el descubrimiento de un amplio grupo de cañas cultivadas en las Islas del suroeste del Océano Pacífico y su introducción en las plantaciones, atribuyéndose a los marinos Polinésicos la propagación de estas variedades entre las islas del Pacífico.

Bouganville en su viaje alrededor del mundo descubrió en la isla-- de Olaheite, donde recogió y llevó a Mauricio la variedad conocida con este nombre. Posteriormente las variedades de Java se mueven a Mauricio y de este lugar a las Antillas y Guayanas, marcando la introducción de variedades diferentes a la Creole en el Continente Americano. Dentro -- de estas variedades se encontró Bourbon, (Olaheite, la haina, caña blanca, etc.).

En México se estableció el cultivo de la caña criolla propicio -- por el entusiasmo de Hernán Cortés en el cantón de Santiago Tuxtla --- (Sn. Andrés Tuxtla. Edo. de Veracruz 1525-1526). Posteriormente la caña e industria pasó al centro del País (Coyoacán).

Poco después debido a las condiciones climáticas que reinaban en - Coyoacán, fue trasladada en 1527 a el poblado Morelense de Tlaltenango-cerca de Cuernavaca. Sin embargo debido a las mismas causas anteriores- en el año de 1535-1536 el cultivo fue trasladado a Atlacomulco en el -- Edo. de Morelos y de este lugar a otros lugares de la Nueva España, --- quedando así establecido el cultivo.

## CAPITULO II

## SISTEMATICA

## Botánica

## Sistemática de la planta, Clasificación.

Reino	Vegetal
División	Espermatofitas o Fanerógamas.
Sub-división	Angiospermas.
Clase	Monocotiledoneas.
Orden	Zacates o Glumifloras.
Familia	Gramineas
Sub-familia	Panicoideae
Tribu	Andropogoneae
Sub-Tribu	Sacarineas
Género	Saccharum
Especie	Spp.

Varios investigadores se han dedicado a el estudio taxonómico del género *Saccharum*, incluyendo y eliminando especies, sufriendo así muchas modificaciones hasta que Jacob Jesweit inició un estudio sobre la clasificación de cañas, llegando a establecer cuatro especies del género *Saccharum*; *S. spontaneum*, *S. sinense*, *S. barberi* y *S. officinarum*. --

Posteriormente las expediciones realizadas por Brandes-Jesweit en la isla de Papúa, encontraron una nueva especie, que le dieron el nombre de *S. robustum*.

Venkatraman, investigador hindú agregó en 1932 a estas cinco especies tres nuevas: *S. Narenga*, *S. Munja* y *S. Arundinaceum*; pero estas nuevas especies según Earl, Artschwager y otros, han pasado a la sinonimia, dejando sólo la original de Jesweit. *Saccharum spontaneum*. Esta especie presenta como característica especial sus flores con lodículas ciliadas, grandes estolones, hojas angostas y bajo contenido de sacarosa, tallos delgados, entrenudos largos, alto contenido de fibra. Algunas variedades son resistentes a el frío y crecen bien a baja temperatura; otras son tropicales; de los cruces inter-específicos con esta especie fue como se obtuvieron las variedades POJ. Crece silvestre en el norte de Africa, suroeste de Asia, islas adyacentes y Java en la cual es llamada *Glajech*. Son conocidas con el nombre de silvestres.

El número de cromosomas varía; según Artschwager van desde 48 hasta 126.

## II.1. SISTEMÁTICA.

*S. spontaneum*, Burna: originalmente encontrada en Burna Entrenudos largos, con muy poca cera, banda radicular obconóide. Número de cromosomas: 80. Hojas con vainas largas y láminas relativamente corta.

II.1.2. S. Spontaneum, Cl. Rellagadi: originalmente encontrada en las márgenes del río Godavari, en la India, Entrenudos cortos y cilíndricos, banda radicular cilíndrica, pero obconoidal del lado opuesto de la yema. Número de cromosomas: 86. Hojas con vainas cortas y persistentes, Lámina corta y estrecha.

II.1.3. S. Spontaneum Cl. Tabongo: Probablemente originarios de la isla de Celebes (Indonesia). Entrenudos algo largos, con mucha médula, banda radicular obconoidea. Número de cromosomas: 90. Hojas con vaina de mediano tamaño, persistente y lámina algo larga.

II.1.4. S. Spontaneum Cl. Amu Darya. También llamada clon; U.S. 4520. Originaria de las márgenes del río Amu Darya, en Turkmenistán U.R.S.S. Entrenudos cortos, ligeramente conoidales y constricto debajo de la vaina. Banda radicular obconoidal sobre el lado opuesto de la yema. Número cromosómico: 50. Hojas con vainas cortas y persistentes y láminas muy largas y delgadas. También existentes otra variedad proveniente del río Amu Darya, que es llamada el clon U.S. 4523, muy parecido a el anterior.

II.1.5. S. spontaneum, Cl. Djatiroto: originaria de Java. Entrenudos medianamente largos, ligeramente conoidal, Banda radicular cilíndrica, Hojas con vainas muy largas y persistentes, Lámina larga y medianamente ancha.

Es interesante observar cómo aumenta el número de cromosomas en el *Saccharum spontaneum* a medida que sus variedades se originan más cerca del Ecuador. Ejemplo: la Amu Darya, originaria de los márgenes del río que lleva su nombre y que desemboca en el mar Aral, está a 40° de latitud norte y tiene como se dijo 50 cromosomas, mientras que la variedad

Djatiroto, que está cerca del Ecuador, tiene 112 cromosomas, Existen -- otras variedades como la Paseoerean, originaria de Java, que tiene 126-cromosomas.

### II.2. SACCHARUM ROBUSTUM,

Esta Saccharum es denominada caña gigante silvestre en contraposición con la anterior, que se denomina enana. Fueron descubiertas por -- Jasweit y Brandes en 1928, en la isla de Papua (Nueva Guinea); poste--- riormente al trabajo de Jesweit. Es considerada como el ancestro más - afin, al *S. officinarum*. Son de gran tamaño y vigor, crecen cerca de - los ríos, son de alto contenido de fibra y bajo contenido de sacarosa.- Sus variedades son muy susceptibles al mosaico. Tienen 84 cromosomas, -- Las hojas y el tallo son más largos y gruesos que los de *S. officina-- rum*. Debido a su reciente descubrimiento no se han hecho estudios de he rencia con esta especie; sin embargo se sabe que sus descendientes son- muy rústicos y prometen ser de algún valor.

### II.3. SACCHARUM SINENSE,

Se les denomina cañas chinas a los clones de esta especie por ser- la mayoría de éstas originarias de China, tallos medianamente gruesos,- entrenudos bobinoides, alto contenido de fibra. Las hojas son más angos- tas que las de *S. officinarum*; vainas fuertemente adheridas. De buenas- socas y se mantienen en el campo por muchos años sin ser silvestres. -- Tienen 118 cromosomas, aunque se ha informado que ciertas variedades -- presentan 116 cromosomas. Son resistentes a las enfermedades.

Las principales variedades de esta especie son:

II.3.1. S. sinense, Cl. Zwinga. También conocida con el nombre de Japonesa. Es delgada, dura y de color verde, retoña abundantemente. Sus socas son muy buenas y se mantienen por varios años. Entrenudos bobinoideos, canal de yema presente, banda radicular tumescente. Yemas verdes, insertadas ligeramente debajo de la cicatriz foliar, extendiéndose debajo del anillo. Hojas con vainas largas, adheridas al talle, láminas estrechas y largas. No son muy ricas en azúcar. Resistentes al mosaico. Número cromosómico de 116-118.

II.3.2. S. sinense, Cl. Cayana. También se le conoce con el nombre de Cayana 10. Es más gruesa y alta que la anterior. Sus socas son buenas y se mantienen por tres o cuatro cortes. Resistente a el mosaico. Se adapta bien a suelos pobres. Entre nudos bobinoideos, canal de yema presente. Banda radicular tumescente, Yemas verdes con alas membranosas, inserta en la cicatriz foliar y por encima del anillo de crecimiento. Hojas con vainas largas pero más pequeñas que la anterior. Láminas medianamente anchas y largas. El contenido de azúcar es algo mayor que Zwinga, pero tienen alto contenido de azúcares invertidos. Resistente al mosaico, pudrición radicular y otras enfermedades. Número de cromosomas: 116-118.

II.3.3. S. sinense, Cl. UBA. Su origen no es perfectamente conocido. Entrenudos más largos que la anterior, bobinoideos, aunque no están pronunciadamente. En general muy parecida a la anterior. Número cromosómico 116-118.

## II.4. SACCHARUM BARBERI.

Son cañas cultivadas en el norte de la India. Barber, en su clasificación original las agrupó en cinco grandes grupos: Mungo, Nargoi, Sareth, Sunnabile y Pansahi; este último grupo fue ubicado por Jesweit como *S. sinense*. En un último trabajo de Artschwager, agrupa todas estas especies en un sólo grupo en el cual incluye tanto *S. barberi* como *S. sinense* denominando a este grupo *Saccharum sinense*, ya que considera que no hay razón para que existan dos especies.

Estas presentan tallos más delgados que *S. sinense* y los entrenudos más largos y redondos. Manchas corchosas son muy frecuentes en la corteza. Las hojas son más angostas y cortas que *S. sinense*. Las principales variedades (clones) son: del grupo Mungo, *S. barberi*: Angoule y Dhauku. Del grupo Nargori: *S. barberi*: Hattoni y Ledu. Del grupo Pansahi: *S. barberi*: Merthi, Tekcha. Del grupo Sareth: *S. barberi*: Chunnee, Hemja y Sareth. Del grupo Sunnabil: *S. barberi*: Banza y Mojarah.

El número de cromosomas varía según el grupo y aún dentro del mismo grupo; así tenemos, en Mungo tienen 82 cromosomas; algunas variedades de Sunnabile tienen también 82 cromosomas; algunas variedades de Sunnabile tienen también 82 cromosomas como Bakhara y Dhauku, mientras que Khagzy y Mojarah tienen 116 cromosomas: el grupo Sareth tiene variedades con 90 y 92 cromosomas; el grupo Pansahi tiene 116 cromosomas. Sólo describe dos variedades o clones de esta especie:

II.4.1. *S. barberi*: Cl. Chunnee. Es originaria de Shahjahan--pur, India, Entrenudos bobinoideos, amarillo-verdes y con canal de yema--poco visible o ausente. Banda radicular tumescente obconoidea, yema ver--de con alas amarillas inserta en la cicatriz y extendiéndose hacia el --anillo de crecimiento. Es susceptible a el mosaico, pero con menor viru--lencia que la *S. officinarum*, es bastante tolerable a las bajas tempera--turas. Es utilizada en la obtención de híbridos.

II.4.2. *S. barberi*: Cl. Hemja. Es originaria de Sabour, Bin--har India. Entrenudos cilíndricos o a penas bobinoideos, canal de yema --prominente, banda radicular marfil, cilíndrica hasta tumescente, yemas--verdes con alas oliva, insertas arriba de la cicatriz y sobrepasando --apenas el anillo de crecimiento.

## II, 5. SACCHARUM OFFICINARUM,

Esta especie presenta variedades gruesas, de bajo contenido de fi--bra y de alto contenido de sacarosa, que constituyen las variedades cul--tivadas por las tribus para la obtención de azúcar por lo cual reciben--el nombre de nobles, originales o tropicales gruesas. Probablemente Li--neo le dio el nombre de *officinarum* a la variedad criolla, caña estéril de 81 cromosomas. Según Earl, esta caña se llama también Country Cane --en Jamaica, Puri (pooree) en la India, Canna de terra en Brasil; Brazi--lian en las Indias Occidentales antes de la introducción de la Ota Hef--ti.

Debido a su grosor, alto contenido de azúcar, son variedades idea--les tanto desde el punto de vista agronómico como industrial. Son muy --

susceptibles a muchas enfermedades del trópico. Para trabajos de mejora tienen la cualidad de mantener en el  $F_1$  cuando se usan como hembras, igual número de cromosomas, cuestión conocida con el nombre de endomitosis.

Se considera a *S. officinarum*, originaria de Nueva Guinea, derivándose de *S. robustum*, hace 8000 y 15000 años antes de Cristo, Son cañas de entrenudos cortos en forma de barril, coloreados, extendiéndose desde el casi negro hasta el claro crema; algunas tienen franjas de otro color que las hacen llamar rayadas. Su inflorescencia no tiene pelos. El número de cromosomas es de 80 con la excepción de la criolla que tiene 81.

Los principales clones o variedades de esta especie son los siguientes:

II,5,1. *S. officinarum*: Cl, Nueva Caledonia 5. Originario de Nueva Caledonia.

*S. officinarum*: Hawaii, Hay varios clones con este nombre.

II,5,2. *S. officinarum*: Criolla.

II,5,3. *S. officinarum*: OTAHEITI. También conocida con los nombres de; caña solera, en Colombia; caña blanda en Puerto Rico; Bourbon o Borbón en los Trópicos; Green Cane en la Florida y Georgia en EE-UU; Lahaina en Hawaii; Jamaica amarilla en Perú.

II,5,4. *S. officinarum*: RAYADA. También conocida en Lousiana con el nombre de Green Ribbon. Sympson en Florida: Imperial en el Brasil.

II.5.5. *S. officinarum*: MORADA. También conocida con los nombres de: Lousiana purple, Mome purple o Red. Black Cheribon o caña de Botavia; criolla morada, red cane, caña morada violeta o purple transparente.

II.5.6. *S. officinarum*: Cristalina, también conocida como caña transparente, White transparent, Light Cheribon, Whit Cheribon, -- Black Cheribon morada,

II.5.7. *S. officinarum*: Morada Rayada. También conocida con los nombres de Lousiana striped, Cheribon, Red Ribbon, Ribbon Cane, Listada de Verde y morado,

Se han clasificado más de 110 variedades del *S. officinarum* y no se pretende dar aquí todas ellas por lo que sólo mencionaremos las siguientes: Badila, Bandjarmasin Hitam, Gestreep, Fiji, Batjam las cuales fueron utilizadas en Java para la obtención de las principales variedades conocidas como POJ.

El siguiente cuadro fue tomado de Brandes que resume las características más importantes de las especies que se han analizado:

Contenido de sacarosa de las especies:

<i>S. officinarum</i>	Alto
<i>S. sinense</i>	Mediano
<i>S. barberi</i>	Mediano
<i>S. spontaneum</i>	Muy bajo

	E S P E C I E S				
CARACTERISTI- CAS	<i>S. officinarum</i>	<i>S. robustum</i>	<i>S. sinense</i>	<i>S. spontaneum</i>	<i>S. barberi</i>
MADUREZ	VARIABLE	—	TEMPRANA	—	TEMPRANA
CONTENIDO DE FIBRA	BAJO	MUY ALTO	ALTO	MUY ALTO	ALTO
GROSOR DEL TALLO	GRUESO	MEDIANO	DE MEDIANO A DELGADO	MUY DELGADO	DE MEDIANO A DELGADO
ANCHO DE LA HOJA	ANCHA	MEDIANA	DE ANGOSTA A MEDIANA	ANGOSTA	DE ANGOSTA A MEDIANA
ADAPTABI- LIDAD	RESTRINGIDA	ALTA	ALTA	ALTA	MEDIA
REACCION A LAS ENFERMEADES	MEDIA	—	BUENA	BUENA	MUY BUENA

Recientemente Brandes y Artschwager han incorporado una especie de género *Saccharum*, como consecuencia de una profunda revisión de la información disponible sobre él; *Saccharum edule*, proveniente de una revisión de *S. officinarum* y basados en tales observaciones han ajustado la clasificación original de Jesweit para el género, sin que ésta sea la última palabra, pues todavía se presentan problemas en la clasificación botánica, hasta el punto de considerar que no deben existir dos especies: *barberi* y *sinense*, pues deben estar agrupadas en una sola especie como lo propone Artschwager, denominándolo sólo *sinense*. Sin embargo -- presentamos la clasificación de Jesweit, con las modificaciones de Brandes: clave de diferenciación de las especies del género. A continuación dare las características más resaltantes que nos permitan ubicar al género *Saccharum*:

Clave para las especies del género *Saccharum*:

1a. Eje principal de la inflorescencia y sus ramificaciones - con pelos. Glumas siempre cuatro. Si la espiguilla del mismo par no florea simultáneamente, las pediceladas abren primero. Tallos verde grisácea, verde bronceado, marfil o blanco.

1b. Eje principal de la inflorescencia sin pelos largos, a menudo glabro, el nudo del raquis glabro o con muy poco pelo. Glumas generalmente tres, algunas veces cuatro. Lodículos no ciliados. Si las espiguillas del mismo par no florecen al mismo tiempo, las ceciles lo hacen; los tallos difieren de color, del verde pálido obscuro, rojo violeta.

2a. Lodículos ciliados, estolones largos presentes. Silvestre.  
*S. spontaneum*.

2b. Lodfculos no ciliados. Estolones cortos, Plantas con mediano contenido de azúcar. Cultivadas.

3a. Hojas anchas (más de 50 mm). Plantas altas, con entrenudos o en forma de carrete y color verde bronceado. S. sinense Roxb.

3b. Hojas angostas, Tallos pequeños, nudos generalmente cilíndricos de color verde grisáceo, blanco o marfil. Nativas de India y Paquistán. S. barberi Jesweit.

4a. Plantas silvestres de más de 10 mts., de alto, tallos con alto contenido de fibra y bajo de azúcar. Crece en forma perene en la orilla de los ríos. S. robustum Brd. Jes.

#### 4b. Plantas cultivadas

5. Inflorescencia abortiva. Hojas más o menos pubescentes. S. edule, Inflorescencia normal. Tallos con bajo contenido de fibras y alto contenido de sacarosa. S. officinarum.

Dentro de esta última especie se diferencian dos grupos:

Tres glumas presentes. (No tiene cuarta gluma), plantas con alto contenido de sacarosa: Cheribon, Otaheiti, Criolla, Cristalina, Bandermasin y otras.

Cuatro glumas presentes. Plantas vigorosas con relativamente bajo contenido de sacarosa: Fiji, Nueva Guinea.

## C A P I T U L O   I I I

### MORFOLOGIA Y ANATOMIA

Para realizar un estudio sobre la anatomía y morfología de la caña de azúcar, se hace menester primeramente el conocimiento del tallo, hojas y raíz en una forma individual. Respecto a el estudio de la flor -- y características de la inflorescencia, raramente encontramos reseñas -- sobre variedades comerciales debido a que en éstas su reproducción es -- exclusivamente asexual o vegetativa, con la finalidad de conservar o -- perpetuar los caracteres propios, mencionándose este órgano únicamente -- cuando se trata de material utilizado para su mejoramiento genético. Y -- entonces es necesario describir la inflorescencia, tanto como los órga -- nos y mecanismos presentes en la flor, emitida por los progenitores se -- leccionados.

#### III,1. TALLO.

Como gramínea que es la caña de azúcar, forma cepas, matas o macollos, constituida fundamentalmente por tallos originados, por la yema -- u ojos de la semilla y posteriormente, de los brotes que se originan -- de las yemas de los rizomas o tallos subterráneos, de la cepa formada.

Los tallos de la caña de azúcar son más o menos erectos, de longitud variable, formados por porciones o unidades sucesivas llamados entrenudos o canutos, separados uno del otro por zonas prominentes notables llamados nudos. Con forma de uso, el número y tamaño de los canutos es variable encontrándose los de mayor longitud en la parte media y los menores en los extremos.

La clasificación de los tallos en cortos medianos y largos se refiere a su longitud, correspondiendo hasta dos metros a los primeros, de dos a tres metros a los segundos y más de tres metros a los últimos.

De acuerdo a sus hábitos de crecimiento los tallos pueden ser; erigidos, cuando crecen verticalmente; reclinados, cuando lo hacen oblicuamente; postrados, cuando al llegar la planta a cierta edad apoya sus tallos sobre una porción de los entrenudos inferiores y rastreros, cuando los tallos crecen más o menos tendidos en el suelo.

Por su grosor los tallos se clasifican en delgados cuando el diámetro de éstos es menor de 3 cm.; medio delgados, cuando el diámetro es de 3 cm; gruesos, cuando el diámetro varía de 4-4.5 cm., y muy gruesos cuando el diámetro es mayor.

Dependiendo de la variedad de que se trate, los tallos pueden ser de color entero, si el tono es amarillo claro, amarillo intenso, amarillo verdoso, verde claro o de matiz intermedio; de color obscuro entero, cuando es rojo, violeta, morado, púrpura, o con matices intermedios; varigados, cuando los tallos presentan estrias o rayas longitudinales. -- Ejemplo: amarillo con verde: borbón rayada; morado con verde, Louisiana-Strieped; amarillo con rojo. POJ 36 M; amarillo con morado, Caledonia -

Rayada, etc.

### III.2. MORFOLOGIA DEL TALLO.

Como anteriormente se indicó, el tallo se encuentra formado por -- una sucesión alterna de nudos y entrenudos. Los primeros limitados por una zona de color más claro y generalmente poseen un diámetro diferente al del entrenudo; en el nudo se inserta una sola hoja y una sola yema.- El arreglo y colocación de las hojas y yemas en cada nudo del tallo es alterno y opuesto o de segundo orden.

Por su conformación el nudo puede ser liso o erecto, cuando presenta el mismo diámetro que el entrenudo; constricto. sumido cuando el -- diámetro es menor y propicia que el entrenudo tenga apariencia de ba---rril o huso; hinchado o saliente. cuando el diámetro es sobresaliente - al de los entrenudos contiguos.

Para realizar la identificación de los entrenudos algunos autores- la realizan partiendo de la base, a ras del suelo, y así sucesivamente- hacia arriba. Otros los clasifican por el número de la hoja que está -- adherida.

La posición de un entrenudo con respecto a otro puede ser recto, - cuando son ubicados en el mismo plano, o zigzagueante, cuando se colo-- can en planos distintos o alternos. La sección puede ser redonda u oval, siendo la más común la oval y está asociada a la condición estructural- de la caña que es dorsiventral.

En cuanto a su forma el entrenudo puede ser:

Cilíndrico: cuando conserva el mismo diámetro de abajo hacia --  
arriba.

Tumescete o Ventricoso: cuando la parte central del entrenu-  
do es de mayor diámetro que los extremos; (Fig. 1)

Bobinoide: cuando los extremos del entrenudo son de mayor ---  
diámetro que el centro:

Conoidea: en forma de cono trunco; la parte inferior es de ma  
yor diámetro que la superior.

Obconóidea: forma de cono invertido; la parte inferior del --  
entrenudo es de menor diámetro que la superior.

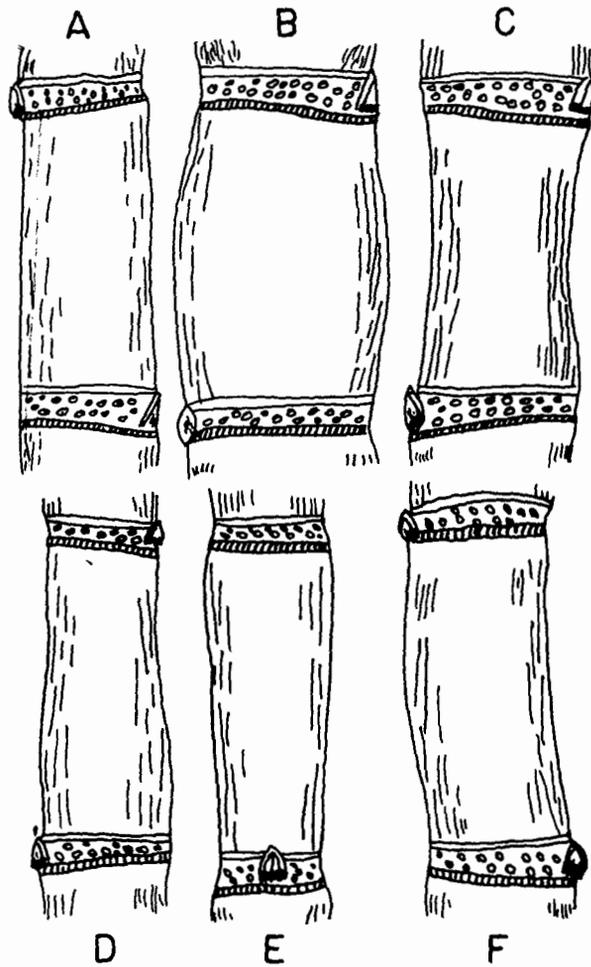
Curvos: los entrenudos son levemente curvados, de tal manera-  
que un lado es cóncavo y otro convexo.

Lee, ha probado que la forma de los entrenudos es influenciada por  
las horas luz.

Los nudos están compuestos de las partes siguientes:

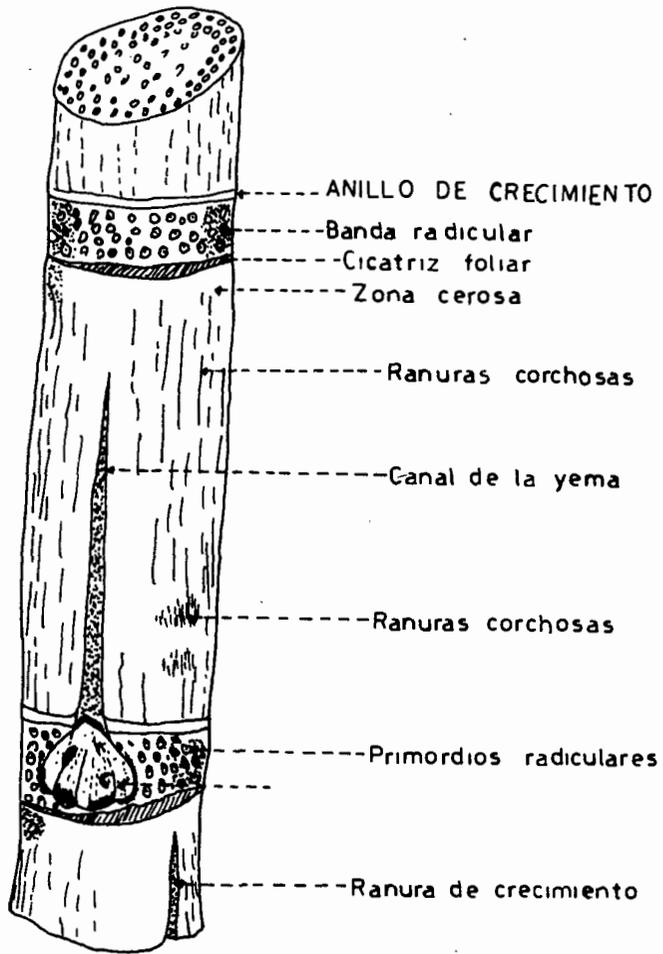
a). Anillo ceroso; b). Banda de raíces; c). Cicatriz fo-  
llar o de la vaina; d). Nudo propiamente; e). Yema u ojo y f). Anillo -  
de crecimiento. (Fig. 2).

a). Anillo de crecimiento. Generalmente es de color dife  
rente al del entrenudo y típicamente es una zona de transición consti--  
tuida por tejido meristemático, capaz de reanudar el crecimiento del --  
entrenudo. Generalmente circunda horizontalmente a el entrenudo, pero a  
veces se curva ligeramente sobre las yemas. En los entrenudos más vie--



DISTINTAS FORMAS DE ENTENUADOS; A, CILINDRICA;  
 B. Barril; C. Carrete o bobina; D. Conoidal o conoidea  
 E. Obconooidal y F. Cóncava-convexo

Fig. 1



ELEMENTOS CONTITUTIVOS DE UN NUDO Y ENTRENUDO

Fig. 2

jos puede ser protuberante y del mismo color que el entrenudo. Por lo común carece de cera.

b). Banda de raíces. Está colocada por debajo de la zona de crecimiento, y en ella se encuentran los primordios de raíces, que dan origen a las raíces fibrosas, y tal grupo de raíces nutre el desarrollo de los brotes aéreos. Funcionan por corto tiempo y son reemplazadas gradualmente por raíces permanentes que se desarrollan de esos nuevos brotes.

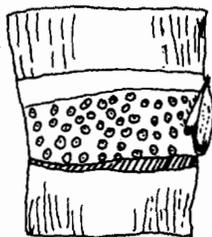
Esta banda de raíces se presenta como una serie de manchas con aureola, colocadas en hilera y en número que varía de 1 a 3 cubiertas con tejido cortical muy delgado.

c). Cicatriz foliar o de la vaina. Está ubicada en la parte inferior de la banda de raíces y se encuentra constituida por la cicatriz dejada por la hoja al desprenderse, puede ser prominente y rugosa a el lado de la yema y casi pegada al nudo al lado opuesto. Sobre la cicatriz se pueden observar restos de tejido así como haces fibrovasculares rotos, pertenecientes a la vaina.

d). Nudo. Porción dura de la caña constituido por tejido fibroso que en forma de disco separa a dos entrenudos vecinos en el tallo.

e). Yema u ojo. Este es el órgano más importante de la semilla, ya que es capaz de generar por crecimiento vegetativo una planta semejante a la original, Fig. 3.

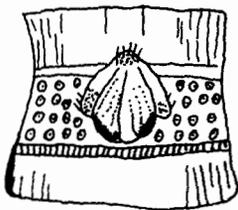
La yema de acuerdo a su posición se encuentra sobre, en medio o abajo de la cicatriz de la vaina; puede ser corta o larga.



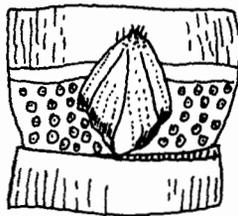
A



B

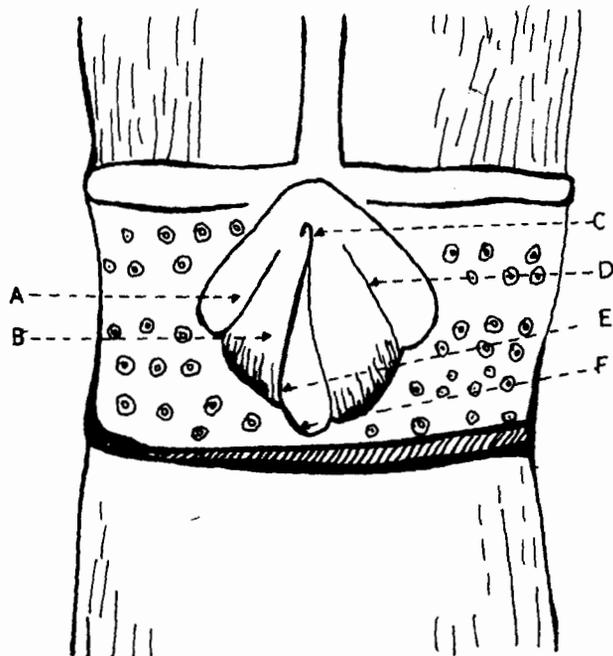


C



D

DISTINTAS FORMAS DE NUDOS: A. Cilíndrica;  
B. Bicóncava; C. Conoidea y D. Obconoidea.



ELEMENTOS DEL PROFLO ANTERIOR DE LA YEMA: A. Ala membranosa; B. Zona central; C. Polo germinal; D. Juntura que separa el ala con el centro; E. Margen y F. Apendice e.

Fig. 3

La forma de la yema es muy variada, pudiendo distinguirse las siguientes según Artschwager:

Ovada u ovoide, En forma de huevo o sea la parte inferior más ancha; esta forma puede tener diferentes variantes como pueden ser: ovada angosta o estrecha, cuando es un poco más angosta que la ovada propiamente dicho; ovada con alas, anchando el ápice; generalmente esta forma es del tipo angosto; oval con la región basal sin alas; ovadas con alas secundarias o pequeñas aurículas en las alas; ovada picuda, en las que las puntas de los dos lados del disco central se cruzan.

Ovada ob-ovada-, En forma de huevo invertido, o sea la parte superior más ancha.

Redondeada, En forma redonda y generalmente germinación dorsal y con venación radial, puede ser también, pero con las alas en forma de bogavante (crustáceo parecido a la langosta).

Triangular o deltoidea, En forma de letra griega delta (triángulo) puede ser larga o corta, según el tamaño.

Romboidea, En forma de rombo.

Rectangular, En forma parecida a un rectángulo.

Pentagonal, En forma de pentágono, pudiendo ser también pentagonal, pero casi en forma de cuadrado.

La yema está cubierta por una escama protectora asimétrica a modo de capucha, que toma, como en todas las gramíneas, el nombre de profilo. En el profilo distinguimos su lado anterior, que mira hacia afuera. com puesto de dos mitades que se recubren por sus bordes, salvo en la parte superior, donde queda una abertura conocida con el nombre de poro germi

nal por donde brotará el nuevo tallo; el lado posterior del prófalo que da frente al tallo. En la parte anterior del prófalo se pueden distinguir los siguientes elementos constitutivos: (Fig. 3)

a). La zona central compuesta por dos lados, de color verde o del mismo color del tallo; éstos son coriácios.

b). El ala membranosa algo transparente que bordea al disco central, pudiendo ser uniforme en anchura, de base ancha y lobada o con la base tan ancha que da la apariencia de alas secundarias.

c). El punto de separación del ala con el centro se llama juntura.

d). Apéndice inferior de la zona central.

e). Margen: la unión de los dos lados del disco central.

f). Anillo ceroso. Se encuentra debajo del nudo y su presencia puede ser notoria o imperceptible. Esta capa de cera varfa en las distintas variedades de caña, aun cuando toda la superficie del entrenudo se encuentra cubierto por este material. La cera se acumula en la región superior del entrenudo y forma un anillo.

El tejido epidérmico del entrenudo es generalmente glabro o lampiño, puede o no presentar grietas corchosas, que, al ocurrir pueden ser pequeñas o profundas originadas por el crecimiento exterior del tallo. En el caso de la caña el aumento del tamaño es de adentro hacia afuera, ya que no existe zona de cambium. Las grietas pueden tener la longitud del entrenudo y su presencia es favorecida por condiciones ecológicas que afectan el crecimiento de la planta.

### III, 3, HOJAS

Las hojas nacen en dos filas, una de cada nudo, y su número en cada tallo varía de acuerdo a la variedad. Este número permanece más o menos constante al abrirse las nuevas del ápice y secarse las de abajo. Cada hoja consiste de la vaina y el limbo o lámina. En la unión de una y otra está la articulación con sus diferentes regiones, en tanto que en la base de la vaina donde éste se une con el tallo, existe un ensanchamiento que es la base de la vaina.

#### A, CARACTERISTICAS DE LA LAMINA.

La forma de crecimiento de las hojas puede ser: a). erecta; b). erecta con la punta doblada; c). recta, pero inclinada; d). curvada o pendulosa y e). colgante.

A.1. El color puede variar del verde oscuro a el pálido. No debe confundirse variaciones del tono verde o aspectos varietales con deficiencias de fertilizantes. En algunas variedades la lámina puede ser de color purpurino.

A.2. El tamaño varía de acuerdo a las variedades y aquí se incluyen dos aspectos: el largo y el ancho. La especie y las condiciones climáticas y nutricionales, hace que el tamaño varíe enormemente. Clements ha encontrado que durante los meses de verano ( bajas temperaturas y poca lluvia ), la longitud es menor que durante el invierno ( alta temperatura y precipitación pluvial ).

La fertilización hace que las hojas tengan mayor tamaño que otras deficientes en fertilizantes.

A.3. Desde el punto de vista taxonómico, el módulo foliar ( re lación entre el largo y el ancho ) es bastante constante, por lo que se usa para la indentificación de las variedades.

A.4. La textura de las láminas es muy variable; en algunas variedades puede ser delgada y suave, dura y coreácea o gruesa y relativa mente suculenta.

A. 5. La pubescencia hace referencia a los pelos o grupos de - pelos presentes en la lámina. Jeswitt y Atrschwager, han estudiado los grupos de pelos presentes en la hoja dándoles un cierto valor taxonómico.

#### B. CARACTERISTICAS DE LA VAINA.

Es la parte interior de la hoja que generalmente envuelve al tallo, de forma tubular, siendo más ancha en la base que en la parte superior; sus bordes no están unidos, sino traslapados en el sentido de la agujas del reloj, y en el próximo es sentido contrario. En ella distinguimos:

B.1. Color: Generalmente es de color verde amarilloso, manchada con parches de color rojo o purpurino. Por el lado interior basal puede tener cierto tinte rojizo. Puede presentar depósitos de cera que varían desde muy poco hasta abundante.

B.2. Base o nudo de la Vaina: Es el punto de unión de la hoja con el nudo. Donde cubre la yema, puede tener forma de saco.

Los bordes que se traslapan en la vaina pueden ser decurrentes; a veces se les forma un apéndice.

B.3. Pubescencia: Varía con la variedad y con la edad, ya varie

dad y con la edad, hay variedades muy pubescentes, mientras que otras - casi no lo son: las jóvenes son más pubescentes que las viejas.

B.4. Aurículas: apéndice a modo de orejas, ubicadas en la - parte superior de la vaina, y puede ser: una, dos ausentes, muy poco desarrolladas, dependiendo de la variedad.

B.5. De acuerdo con su forma tenemos los siguientes tipos:

B.5.1. Ausente, cuando no existe aurícula.

B.5.2. Transicional, cuando es apenas perceptible, pudiendo ser: transicional interno y ausente externo; ambos transicionales. Pero la interna en forma deltoide; Transicionales descendentes; transicionales horizontales transicionales ascendentes.

B. 5.3. Espiniforme. Esta puede ser: interna en forma de espina; externa en forma de espolón; espiniforme encorvada hacia afuera, - cuando es hacia dentro se llama unciforme.

B.5.4 Lanceolada; puede ser: ambas lanceonadas; cortas lanceo-  
ladas; largas lanceoladas.

B.5.5. Dentiformes, en forma de dientes.

B.5.6. Deltoidea, en forma de triángulo o letra griega delta.

Las aurículas generalmente se incertan en la punta terminal de la língula, pero en algunos casos puede estar más alta o más baja.

B.6. Língula, es un apéndice membranoso ubicado en el punto interior de inserción de la lámina con la vaina; puede considerarse como una pequeña prolongación libre de la vaina.

Es de gran interés taxonómico, pues es poco influenciada por las-

condiciones externas.

Cuando joven es translúcida e hílana, pero cuando vieja es coriácea y oscura; generalmente se rompe.

Se distinguen cinco formas clásicas de lígulas: deltoidea, lineal, luniforme, arqueada y romboidal, presentándose diferentes variantes o combinaciones entre ellas.

C. Nudo de la Lámina o articulación: este sitio es la unión de la lámina con la vaina; su parte interior es llamada garganta y su parte exterior cuello. Esta formada por dos superficies coriáceas, de color oscuro que reciben el nombre de papadas o triángulos de articulación, y están separados por el nervio central de la lámina.

Está constituido principalmente por colénquima, lo que le da flexibilidad; en ellos debemos distinguir:

C.1. Color. Generalmente cuando jóvenes son del mismo color que la lámina, pero cuando están viejos toman color oscuro hasta llegar casi al negro. La parte exterior es cerosa en muchas variedades.

C.2. Formas: Puede cambiar algo con la edad, de tal manera que para su estudio es necesario usar las hojas bien formadas (ver crecimiento); cosa contraria cuando se hace con la lígula.

Respecto a la forma según Artschwager se distinguen las siguientes.

C.2.1. Deltoide: pueden ser: descendentes; deltoide uniforme; - deltoide equilátera; deltoidea alta, corta y luniforme; deltoidea descendente luniforme; deltoidea cuadrangular.

C.2.2. Cuadrangular: ascendente; cuadrangular uniforme; cuadrangular corta y uniforme y cuadrangular ancha, larga uniforme.

C.2.3. Ligular: Ligular ascendente; ligular angosta; ligular - angosta ascendente y ligular alta y corta.

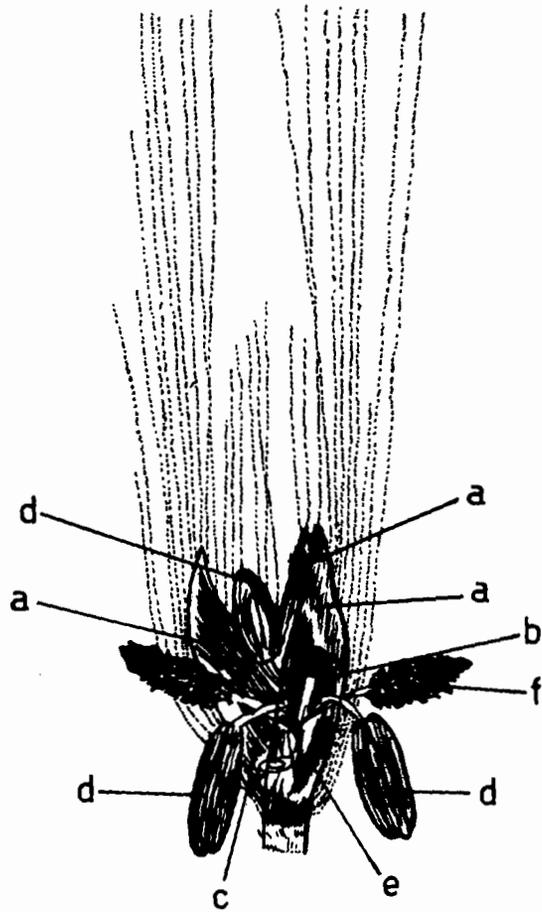
C.2.4 Romboidal: romboidal y romboidal alta y corta.

C. 2.5 Lanular: En forma de media luna.

C. 3. La pubescencia en la parte exterior o dorsal puede ser - abundante o glabra. La ventral o interior puede tener pelos cortos, bien esparcidos o densos y el nervio central que los separa puede ser también glabro o pubescente.

### III. 4. Inflorescencia.

Cuando el conjunto de condiciones climáticas y fisiológicas se conjugan, la yema vegetativa terminal, deja de formar nuevos tejidos y se transforma en yema floral. Las vainas de las hojas terminales se hacen - cada vez más largas, el crecimiento se paraliza, no así el alargamiento y al fin aparece una hoja con una vaina muy larga con una lámina muy pequeña, a la que los agricultores le llaman bandera, a los pocos días; dependiendo de la variedad y de las condiciones, aparece la inflorescencia - que es llamada espiga. La inflorescencia es una panícula, pues es más ancha en la base que en el ápice, de tal manera que tiene una forma conoidal; - su forma, color, tamaño y grado de ramificación depende de las variedades en el *S. officinarum*, la panícula es larga, mientras que el *S. spontaneum* es más corta. Fig. 4



Flor de la caña de azúcar: a. glumas exteriores e interiores; b. lemma estéril, c. lodículos(2); d. androceo; e. gineceo; f. estigma

Fig. 4

X

Del eje principal de la inflorescencia se insertan los ejes primarios y sobre estos los secundarios; en algunos casos puede haber terciarios. La parte inferior es más ramificada que la superior. Las espiguillas o espículas están unidas al eje por medio de los pedicelos; estas espiguillas están arregladas en pares, una sesil y otra pedicelada.

Generalmente las espiguillas están rodeadas por pelos largos, dando así apariencia sedosa a la inflorescencia; las flores son hermafroditas, pero a veces son autoestériles macho, pudiendo ser en este caso infértil hembra. La estructura de afuera hacia adentro es como sigue:

a) Dos brácteas, llamadas glumas distinguiéndose por los nombres de exterior e interior.

b). Siguiendo hacia adentro; encontramos, lemma estéril (tercera gluma); pueden ser dos o una según la especie. En la base del ovario hay dos lodículos, que pueden ser ciliados o no. Corpúsculos de consistencia hialina que una vez maduros absorben humedad, forzando a las glumelas y glumas a separarse para que la flor se abra.

c). androceo, consiste en tres estambres versátiles, de tal manera que ellos pueden ser mecidos por el viento.

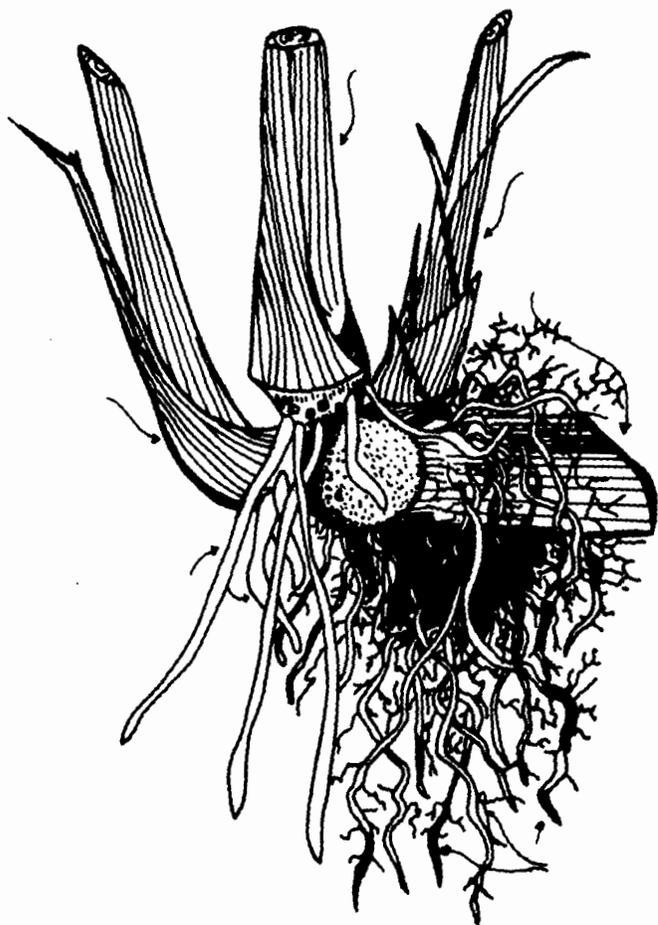
d). El gineceo, tiene un ovario con un pistilo que se divide en dos estilos que terminan en sendos estigmas. El ovario tiene una sola cavidad con un solo rudimiento seminal. El fruto es una carióspside. En algunas especies se diferencian por el raquis si está cubierto de pelos o no.

### III. 5. RAICES.

Tan pronto como se siembre un esqueje se desarrollan los primordios, dando así origen a las raíces primarias, las cuales son delgadas y muy ramificadas; posteriormente, se desarrollan las raíces permanentes cuando la yema nace y crece formando sus propios entrenudos. Las raíces primarias son de vida corta, pues desaparecen tan pronto como entran en función las permanentes que son gruesas y blancas al principio, pero cuando se hacen más largas pierden esta apariencia y se tornan de color oscuro. Fig. 5

En un corte de la punta de la raíz podemos distinguir la cofia, la zona de multiplicación o crecimiento, la zona de alargamiento y la zona de los pelos radicales. La función fundamental de las raíces primarias es suministrar agua y algunos nutrientes al esqueje para el desarrollo de la yema; la de las raíces del brote para sostén y anclaje, absorción de agua y sales minerales.

La longitud de las raíces depende fundamentalmente de las variedades, la textura del suelo y de la suplenia de agua. Así, cuando crece en suelos sumamente compactos, la penetración es poca, lo mismo cuando el nivel freático es superficial o con precipitación constante o muy abundante. En suelos sueltos y con riego o precipitaciones bien distribuidas, la penetración es profunda, pudiendo llegar hasta más de 1.80 metros. Al efecto Lee Roxas y Vilano, han realizado estudios sobre profundidad y desarrollo del sistema radicular de la caña de azúcar, encontrando que el 80% de la masa radicular está concentrada en los primeros 60 centímetros de profundidad y 14 centímetros de radio; el resto sigue abajo. Algunos investigadores -



Tipos de raíces en la caña  
de azúcar  
(primarias)

Fig.5

han hecho experimento, haciendo crecer la caña en envases de vidrio y en condiciones de laboratorio, pero debido tanto a la influencia del suelo como de las condiciones ambientales sobre el crecimiento de la planta, - estos experimentos, aunque dan una idea, no son como los realizados en - el propio campo. Clements, utilizando la técnica del túnel en el campo - sembrado de caña, encontró que a 1.80 mtrs. había tres fuertes y bien de sarrolladas raíces, a 90 centímetros cerca de 144 raíces; zona que tenía un área de 6.750 centímetros cuadrados, que equivale a una población de 215 raíces por metro cuadrado. Las raíces se cruzan de una línea a otra. A la profundidad de 50 centímetros había más de 186 raíces, que equivalen a 413 raíces por metro cuadrado. El estudio fue realizado bajo cepas de soca de tres meses de edad y muchas de las raíces provenían de esta cepa cosechada hacía tres meses y estaban produciendo brotes lo que indicaba que reiniciaban su crecimiento y desarrollo.

En términos generales se considera que las variedades comerciales - en buenas condiciones tienen su máxima concentración radicular entre 40 y 80 centímetros de profundidad.

Lee y Well, en su estudio sobre desarrollo radicular realizado en - Hawaii, encontraron que los esquejes sembrados tienen al final del primer mes 97.3% desarrolladas de los promordios, mientras que en el segundo - mes la situación es la siguiente; el 22.7% de las raíces son del esqueje y el 77.3% del brote. Al finalizar el tercer mes sólo el 1.2% de las raíces son del esqueje, y después del quinto mes apenas llegan al 1%. Parece ser que las raíces primarias o del esqueje son las que suministran ali - mentos durante el primer mes; durante el segundo mes la tarea es reparti - da entre los dos tipos de raíces, y al final del tercero, la situación - corre a cargo de las raíces de los brotes.

Baver reporta que al cortarse la caña las raíces de esta cepa mueren y son reemplazadas por las raíces de los nuevos brotes.

### III, 6. ANATOMIA INTERNA DE LA PLANTA.

A. Tallo: La sección transversal del tallo nos muestran de afuera hacia adentro los siguientes elementos constitutivos:

1. Epidermis, esta constituida por células lignificadas, silíceas y corchosas. Las células corchas son cortas, con pared delgada, frecuentemente puntiagudas, asociadas en pares o grupos de tres con las células silíceas, impares y largas.
2. Corteza, o parte exterior debajo de la epidermis, da protección, dureza y resistencia al entrenudo. Está constituido por: a). hipodermis o capa de células inmediatamente debajo de la epidermis; pueden ser una o dos capas de células esclerenquimatosas, muy lignificadas; b). Tejido cortical, constituido por una o dos capas de células de paredes delgadas, tienen cloroplastos y le dan un color verde a los entrenudos, y c). Tejido cortical esclerenquimatoso, constituido por una o dos capas de células lignificadas, o sea de paredes gruesas.
3. Parénquima, o tejido de almacenamiento, con células de pared delgadas, vistas desde la parte superior parecen redondeadas, pero de frente son delgadas; sus bordes están recortados, de manera que entre ellas hay espacios intercelulares. Almacenan la sacarosa y rodean totalmente a los vasos fibro-vasculares.
4. Haces fibro-vasculares, están distribuidos dentro del tejido parenquimatoso, siendo más numeros hacia la periferia, pero más-

pequeños que los que están hacia dentro. Se ha establecido que el número de vasos por milímetro cuadrado está correlacionado directamente con la resistencia de la variedad a la sequía; así, las variedades más resistentes llegan a tener hasta 22 vasos por  $\text{mm}^2$ , mientras que las menos tienen solo hasta 11 vasos por  $\text{mm}^2$ . En los vasos podemos distinguir:

a). Esclerenquima. tejido de células de paredes gruesas - que rodean el floema y le sirven de protección; también las hay hacia el xilema, pero estas son menos lignificadas. La lignificación de este tejido aumenta con la edad, pero es posible que la planta la utiliza en determinados momentos; por ejemplo: cuando la caña florece, el centro del tallo próximo a el meristemo terminal adquiere una consistencia esponjosa y flácida. Algunos autores la llaman fibras del floema y del xilema.

b) Floema, está constituida por dos clases de células : (1) tubos cribosos y (2) células anexas. Las primeras son células vivas alargadas y separadas entre sí por membranas perforadas o acribilladas. Las segundas son más delgadas y el protoplasma es más denso y con núcleo grande. Las paredes que separan a las células cribosas de éstas están - también perforadas, Probablemente la función principal del floema es el transporte de las sustancias elaboradas por las hojas.

c). Xilema, constituido por: (a) el esclerenquima del xilema, aunque es menos lignificado que el de floema; (b) Tráqueas, tubos grandes constituidos por células muertas de paredes lignificadas, presentando las características que los extremos de las células se han disueltos. Generalmente son dos grandes vasos o tubos por cada haz fibro-vascular (c) El protoxilema, o xilema primario, constituido por células o espirales, son células muertas alargadas muy lignificadas. El espesor es en for

ma circular o en espiral; (d) vasos pequeños y parenquima, separado a veces presente entre los dos grandes vasos, y (e) Bajo el protozilema, se encuentran la laguna protoxilemática y una cavidad lisfgeina. Se considera que el xilema es el tejido conductor del agua y las sales minerales del suelo hacia las hojas. ( Fig. 6 )

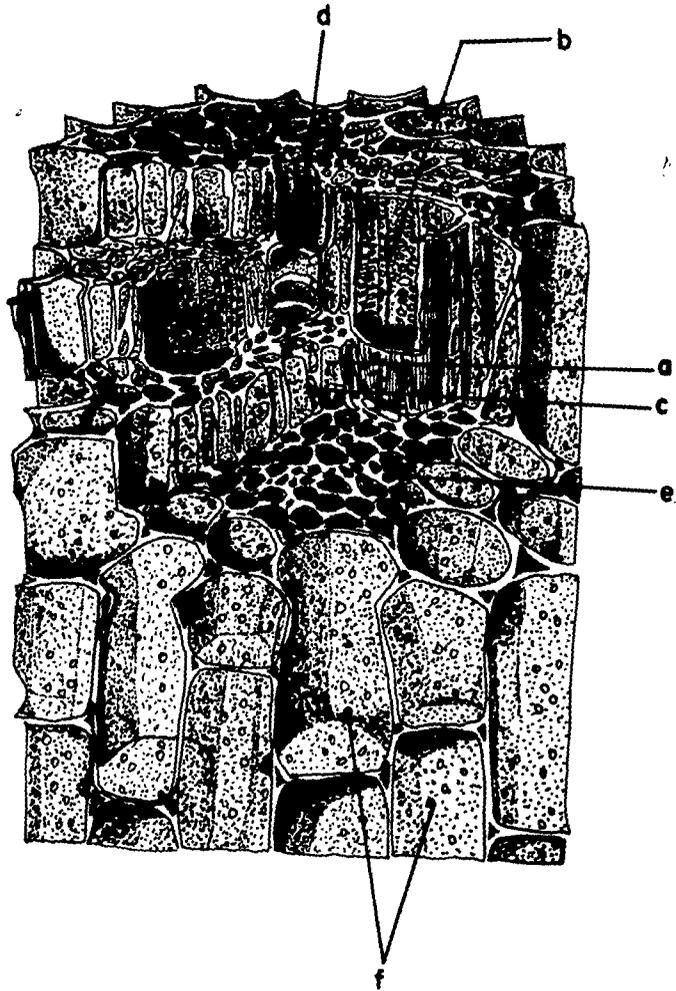
En el anillo de crecimiento, los haces permanecen sin lignificación y el esclerenquima es reemplazado por colénquima; aquí los vasos no son tan paralelos como en el centro del entrenudo, y más hacia la zona radicular, se anastomosan, para ir a los primordios, hoja y yema.

5. Meristemo terminal o yema terminal, constituido por células meristemáticas; tiene la forma de domo, dando origen a las cambras, laterales, entrenudo y hojas. El número de primordios de hojas y yemas, presentes en esta zona, parece ser constante para cada variedad. Gomez Alvarez a encontrado que indiferentemente de la variedad, el número de hojas que se encuentra en el apicifolio es de 9, todos incluidos dentro de la oja número 1 de la clasificación de Clementes. Se han podido contar hasta 11 primordios de hoja y yema en esta zona meristemática. Es una zona de gran actividad, muy rica en sales minerales, azúcares invertidos y escasa en sacarosa.

### III. 7. ANATOMIA DE LA HOJA.

Esta se refiere a la histología o estructura interna, la cual dividiremos en tres partes: la de la vaina, la lámina y el nervio central.

En un corte transversal de la vaina encontramos de afuera hacia adentro...



Anatomía interna. Estructura de los vasos de un tallo; a y c Floema, a. floema; b. traqueas (xilema); c. tubos cribosos (floema); e. células anexas (esclerenquina); d. protoxilema o xilema primario (xilema); d y e son protectoras.

**Fig. 6**

tro: a). La epidermis, constituida por células parecidas a las del tallo; lignificadas y generalmente con pelos o tricomas que pueden ser uni o bicelulares. La epidermis interior, hacia el lado del tallo, está constituida por células más largas menos lignificadas y sin pelos; b). El tejido parenquimatoso o de almacenamiento, constituido por células de paredes delgadas y más o menos redondeadas, y c). Los haces fibro-vasculares ubicados en posición radial de dos o cuatro vasos, los más grandes hacia el centro y los más pequeños hacia la epidermis exterior; su composición es muy parecida a la del tallo y están embebidos por el tejido parenquimatoso. Cuando los vasos se unen están protegidos por el tejido esclerenquimatoso, pero en la parte basal o nudo de la vaina, el tejido esclerenquimatoso es reemplazado por colénquima, lo que le da más flexibilidad a la hoja y los vasos no están en posición radial.

En la lámina podemos distinguir: a). La epidermis, constituida por células muy lignificadas que protegen el tejido interno del ataque de insectos, hongos y de las condiciones climáticas. A diferencia de la epidermis del tallo, éstas no son tan uniformes, distinguiéndose: células centrales, marginales y las vecinas a los estomas, y en el envés dos tipos: las que van sobre los vasos llamadas costales, y las que van entre los vasos, llamadas intercostales; estas últimas compuestas principalmente por estomas; células cortas (corchosas y a veces silíceas) y células de longitud intermedia, y las costales de estomas y células alargadas, de células silíceas y espinisas. Se ha determinado que entre los factores que influyen en la resistencia de una variedad es la epidermis, teniendo estas una epidermis hasta de 14.5 a 15 micras por el lado superior y por el inferior de 8 a 9.50 micras; por el contrario, las más susceptibles tienen la epidermis superior de 9 a 9.50 micras y la inferior de 4.5 a 5.00

micras; b). Los estomas, pequeñas aberturas ubicadas en la superficie de la hoja; siendo más abundante en la superficie inferior (envés) que en la superior (haz), permite la salida y entrada de los gases dentro de la hoja y también sirve para la transpiración. Son formados por un par de células en forma de media luna, llamadas células de cierre, las cuales contienen cloroplastos, y por lo tanto tienen capacidad para realizar fotosíntesis; al efecto, la mayor acumulación de azúcar produce mayor presión osmótica, que hace mayor la succión de agua de las células vecinas; tal turgor permite que la estoma se abra, pero cuando hay poca succión de agua, no hay turgencia y los estomas permanecen más cerrados, tal mecanismo obra como protector de la planta al reducir la pérdida de agua. Rao ha logrado establecer que uno de los factores de resistencia a la sequía es la ubicación del estoma; las más resistentes tienen una antecámara, es decir son envaginados; por el contrario las menos resistentes están ubicados al ras de la superficie. Otro factor que influye en la resistencia de una variedad a la sequía es el número de estomas por milímetro cuadrado; se puede considerar que el número de estomas de la superficie superior es la mitad de la inferior. El *S. spontaneum* Coimbatore tiene 20 y 40; El *S. officinarum* Vellay tiene 40 y 81; la Co. 421 tiene 20 y 25 la H 31-1389 (II) tiene 85 y 180 y por planta tiene cuarto de billón de estomas -- (250 000 000 000). Indudablemente que el número de estomas por planta depende del número de hojas.

El tamaño del estoma, largo y ancho, está relacionado también con la resistencia a la sequía de la variedad c). Células buliformes o motoras; son células grandes, de paredes delgadas, ubicadas encima y a los lados de los vasos medianos y pequeños, algunas veces llegan casi a la superficie o epidermis de la hoja, lo que hace allí a la epidermis sumamente del

gada. Constituyen las células más grandes de la hoja, lo que las hace sumamente sensibles a la falta de este elemento; por lo tanto la falta de agua hace que la hoja se desarrolle hacia adentro y hacia arriba, protegiendo a la planta de la sequía al reducir la superficie. d). Los haces fibro-vasculares que corresponden a las llamadas venas de las hojas, se presentan en tres tamaños, dos grandes y medianas; son de forma romboidal y oval y los pequeños circulares o redondeados. Los grandes ocupan casi todo el ancho de la hoja, y están rodeados por pequeños y medianos. Su composición es similar a las del tallo Floema (células compañeras y tubos cribados); las células compañeras están a los lados de los tubos cribados y les ayudan en el transporte de las sustancias orgánicas. Los tubos cribados están compuestos de células alargadas, teniendo sus paredes cribadas; son más grandes en tamaño y diámetro que las células compañeras. Algunos autores consideran que es proteína lo que tapa las cribas de estos tubos y desempeñan funciones de conducción de las sustancias elaboradas.

Las células lignificadas, que rodean el floema y se llaman fibras del floema, que además de dar protección le dan rigidez a la hoja.

El xilema, constituido por grandes vasos, hechos por células que han perdido sus paredes externas, generalmente asociándose con células de paredes gruesas y pequeñas, llamadas las fibras del xilema. El xilema sirve para el transporte de agua o sales minerales. e). Parénquima, células en empalizada o tejido de almacén y elaboración, constituido por células de paredes delgadas, más o menos isodiamétricas, tienen cloroplastos donde se desarrolla actividad fotosintética.

La anatomía del nervio central tiene una muy definida estructura; los vasos están ubicados hacia la epidermis inferior o envés; sobre ellos

o sea hacia la epidermis superior, existe un tejido parenquimatoso muy esponjoso, que carece de clorofila, así que es de color blanco, por el contrario, el tejido parenquimatoso hacia la parte inferior tiene clorofila, siendo así de color verde. La estructura de los vasos es similar a las nombradas para el tallo y la lámina de la hoja, pero tiene más tejido esclerenquimatoso debajo de ellos, dándole rigidez al nervio central. Las células de la epidermis son en forma de ladrillo y de paredes gruesas lignificadas, con su eje más largo en dirección del nervio central.

### III, 8. ANATOMIA DE LA RAIZ.

La raíz es de forma cilíndrica, distinguiéndose: a). la cofia, ubicada en la punta constituida por células de paredes delgadas y no muy apretadas; su función es de protección. b). la región de crecimiento, donde ocurre la multiplicación celular, es de tejido meristemático; las células del extremo constituyen la cofia, y las de la parte superior la cuna de alargamiento. Son de paredes delgadas, muy delgadas y con un definido núcleo. c). la elongación está constituida por las células que provienen de la zona meristemática, pero aquí crecen hasta alcanzar su tamaño normal; este alargamiento es el que empuja a la raíz hacia abajo. d). zona de pelos, se caracteriza porque las células de la epidermis desarrollan pequeños pelos unicelulares hacia el exterior, lo que aumenta la superficie de absorción. La sección transversal de la raíz nos muestran:

La epidermis, compuesta de: (a) la exodermis, célula de paredes delgadas pentagonales, de donde nacen los pelos radiculares; una capa de tejido esclerenquimatoso, de células de paredes más gruesas. La corteza constituida por células parenquimatosas algo desintegradas, lo que da origen

a cavidades llenas de aire; y (b) la endodermis, células de paredes gruesas que rodean el cilindro central, el cual está constituido por el periciclo; células de paredes delgadas parenquimatosas, seguidamente el parénquima intersticial, los vasos fibro-vasculares (xilema y floema), tejido parenquimatoso.

Las raíces secundarias se desarrollan del periciclo. Se ha encontrado que las variedades resistentes a la sequía presentan hasta 17 vasos por milímetro cuadrado mientras que las más susceptibles tienen hasta 12 vasos por milímetro cuadrado. Cuando la raíz es muy joven, existe el xilema en forma de protoxilema.

## C A P I T U L O    I V

### FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LA CAÑA DE AZUCAR.

Durante muchos siglos los pueblos han luchado por descifrar el misterio del manto de rocas descompuestas y materia orgánica en el cual se desarrollan los cultivos.

Considerando al suelo como un organismo dinámico cambiante cuyos problemas de conservación y fertilidad deben ser mantenidos si la agricultura ha de progresar para alimentar la creciente población del mundo, es menester conocer a fondo las características y propiedades de éste para su mejor utilización y mantenimiento. Además aunado a esto es sumamente importante considerar el factor ambiental, el cual con sus variantes nos presenta obstáculos para el buen desarrollo de los cultivos.

Por esto y considerando en especial el cultivo de la caña de azú--car, se hará notar cómo influyen estas características y propiedades --del suelo en el desarrollo de dicho cultivo.

#### IV.1. FACTORES EDAFICOS.

##### IV.1.1. Propiedades físicas del suelo.

Se considera este apartado del suelo, ya que en malas condiciones,

las raíces tendrán un deficiente abastecimiento de agua, aire y nutrientes, ya sea ocasionado en forma natural o como consecuencia del uso del equipo pesado, riegos excesivos, etc.

IV .1.1.1. Profundidad, los suelos sometidos al cultivo de la caña de azúcar deben tener profundidades fácilmente penetrables por las raíces hasta por lo menos 50-70 cm. Esto quiere decir que tanto el horizonte superficial como el subsuelo deberá tener una textura y estructura libre de obstáculos que impidan la penetración radicular. Así pues, estos suelos no deberán tener en el subsuelo superior una capa dura de roca madre, arcilla o tener un horizonte muy superficial o un nivel freático muy alto.

IV .1.1.2. Textura y Estructura, para una fácil penetración de las raíces, tanto del horizonte superficial como del subsuelo superior, hasta los 80 cm. mínimo deberá presentar preferentemente textura: franca, franco-arenosa, franco-arcillosa, franco-arcillo-arenosa, aunque -- los suelos arenosos no son los más recomendables, así como tampoco los arcillosos.

Por lo que respecta a la estructura, la terronosa o pequeños agregados es la mejor.

IV .1.1.3. Consistencia, el cultivo de la caña de azúcar se desarrolla mejor preferentemente en suelos sueltos, grumosos y suaves, ya que además de permitir la buena penetración radicular, presenta buena aereación.

IV.1.1.4. Densidad aparente, éste es uno de los factores que -

tienen relación con el tamaño de las plantas, ya que tiene efecto sobre el volumen y espacio ocupado por las raíces, de tal forma que capas duras impermeables en la zona donde se desarrolla la raíz reduce el crecimiento (Gómez Alvarez F. 1975), debido a las restricciones de aire, el agua y los fertilizantes, así como a la penetración de las raíces.

Así tenemos que bajo este efecto ocasionado en forma natural o por el paso de vehículos de transporte de caña y prácticas agrícolas Trowse distingue tipos de degradación radicular producida por la densidad aparente:

- a). Raíces y raicillas normales, densidad de 1.06.
- b). Proliferación levemente reducida, sin alcanzar a deformar la raíz y raicillas, densidades de 1.15.
- c). Proliferación radicular reducida. Las raicillas muestran aplanamiento y tendencia a desarrollo angular, densidad aparente de 1.25.
- d). Pobre proliferación radicular. Muchas raíces y raicillas aplanadas, las raicillas penetran solamente por las fracturas, densidad de 1.38.
- e). Proliferación pobre, generalmente no apta para cultivos agrícolas. Raíces aplanadas, densidad de 1.52.
- f). Muy pocas raíces y raicillas penetran en el suelo no fracturado, son muy planas, penetrando sólo por las fracturas, densidad de 1.62.

Trowse considera que deben hacerse cuatro tipos de determinación -

en relación a la compactación: densidad real, densidad aparente, capacidad de campo (1/3 de atmósfera) y coeficiente de marchitez (15 atmósferas).

El espacio poroso capilar por volumen lo determina multiplicando la densidad aparente por el coeficiente de marchitez.

El espacio poroso no capilar lo obtiene restándole a la porosidad total el espacio poroso capilar y considera que físicamente, cuando el espacio poroso no capilar es menos del 5%, pocas raíces se desarrollan. Cuando esta entre 5 y 15% el tipo de degradación D o E se puede esperar. Degradaciones tipo C o D cuando está entre 15 y 25%. Suelos con más del 25% de espacio poroso no capilar no pierde fácilmente su estructura por compresión. Esto fue realizado en suelos aluviales.

Humbert y Trowse encontraron que en un suelo franco-arenoso con densidad aparente de 1.35 afecta el desarrollo radicular y que el crecimiento cesó cuando el suelo alcanzó una densidad de 1.54. Estos mismos investigadores (1961) estudiando la distribución de las raíces en suelos compactados a densidades que variaban de 41 a 112 lbs/pie<sup>3</sup>, colocando rubidio radiactivo en el suelo compactado que posteriormente colocaron en macetas y se plantaron con caña. La efectividad del sistema radicular se midió por la proporción con que el rubidio fue absorbido.

Los camiones de carga (25-40 Ton.), presionan al suelo alrededor de 85 lbs/pulgada<sup>2</sup>, en suelos húmedos producen una compactación a 20 pulgadas y en suelos secos a 6 pulgadas.

La compactación de los suelos fundamentalmente es debida a la orientación de las partículas y a la formación de la doble capa difusa, ade-

más de influir en ésta el contenido de humedad, encontrando que a medida que aumenta la compactación, aumenta también la humedad; claro que - esto hasta un punto máximo que es casi el nivel plástico del suelo, punto a partir del cual al aumentar la presión de compactación puede disminuirse la humedad y aumentar aún la compactación.

Salas y Serratosá encontraron que la naturaleza de los cationes intercambiables influyen en el efecto de la doble capa difusa.

El empleo de maquinaria para la preparación del suelo para la siembra, labores de cultivo y recolección de cosecha entraña la aplicación de presiones al suelo y así Söhne encontró que la presión bajo las ruedas depende: 1. De la cantidad de carga; 2. El área de contacto entre - la llanta y el suelo que determina la cantidad de presión por  $\text{cm}^2$ ; 3. - De la distribución de la presión en esta área de contacto; 4. Del con--tenido de humedad y la densidad del suelo.

Cuando se desliza una máquina sobre el suelo la compactación fundamentalmente es el resultado de las fuerzas horizontales que son originadas por el empuje y las verticales producidas por la carga.

Independientemente del tránsito de vehículos sobre el suelo, tam--bién podemos encontrar compactación por considerar aumento de densidad, por el efecto de la utilización de implementos agrícolas como el arado - que forma el piso de arado, la grada que también produce compactación - generada por la fuerza de penetración del disco.

Se acepta por lo general que los cambios de la densidad volumétrica del suelo ocasiona cambios en la aereación, el tamaño de los poros y en la distribución y estabilización de los agregados, factores que afec

tan el intercambio de oxígeno y bióxido de carbono entre el suelo y la atmósfera, ya que la velocidad de difusión es una función del espacio de poros. Taylor ha demostrado que la difusión del oxígeno es fuertemente influenciada por la compactación y el contenido de humedad.

#### IV.1.2. Propiedades químicas del suelo.

La historia enfatiza la necesidad de suplantar el abastecimiento de los nutrientes del suelo con el fin de obtener rendimientos costables de cosecha. Para el cultivo específico de la caña de azúcar el abastecimiento de nutrientes del suelo está continuamente cambiante, bajo la consideración de que el suelo es un organismo dinámico, así como también la capacidad de las diferentes variedades para absorber los nutrientes.

Cuando se requiere aplicar fertilizantes químicos al suelo es necesario conocer la composición química de éste para evaluar sus requerimientos, además de los elementos perjudiciales o tóxicos que pueda tener el suelo y que en un momento dado puedan perjudicar el cultivo de la caña de azúcar.

Para obtener una orientación sobre el contenido de sales solubles en el suelo se pueden obtener determinando la conductancia eléctrica, cuya relación suelo agua sea 1:2 y a temperatura de 25°C expresada en milimhos/cm. Anteriormente esta conductancia era determinada en ohms, para lo cual según Ewart la tolerancia para la caña es la siguiente:

$EC \times 10^{-5}$  menor de 75. Es baja y buena para la caña de azúcar.  
 $EC \times 10^{-5}$  entre 75 y 150. Es media y buena para la caña de --  
 azúcar.

EC x  $10^{-5}$  más de 275 es muy alta y mala para la caña de azúcar.

Cuando se tiene la conductancia dada en mili-mhos ( $10^{-3}$ ) o en micro-mhos ( $10^{-6}$ ) deberá ser reducida a  $10^{-5}$  para poder aplicar los niveles de Ewart.

Según Hardy otra substancia que puede interferir en el crecimiento de la caña es el cloruro de sodio y que ésta es bastante resistente a la salinidad, hasta el punto de considerar suelos salinos aquellos que tienen más de 650 ppm de cloruro de sodio y manifiesta que suelos con más de 900 ppm de cloruro de sodio afecta la caña de azúcar.

Maxwell en Hawaii considera que cuando el contenido de cloruro de sodio es superior a 1500 ppm la caña de azúcar no crece.

El sulfato de sodio según Savostin, es una substancia que no debe exceder de 200 ppm, en caso contrario el cultivo se verá afectado. Según este mismo investigador, el contenido de sales disueltas en el suelo no debe sobrepasar a las 4000 ppm ya que el crecimiento se paraliza, y que con 1500 ppm se pueden obtener 70 ton/ha. y establece que por cada aumento de 1000 ppm, en el contenido de sales se reduce la producción de caña en 20 toneladas.

Hardy considera que con el objeto de que el suelo mantenga una buena estructura, sería ideal que el porcentaje de calcio cambiante fuese superior al 80% de la capacidad de cambio; esto para suelos calcáreos (suelos que tienen más de uno por ciento de carbonato de calcio), para los no calcáreos, entre 45 y 80%. El mismo autor, establece que la relación de calcio sobre el magnesio debe ser superior a dos para que no se sienta el efecto detrimental del magnesio.

Ultimamente se ha utilizado lo que se denomina porcentaje de sodio extractable o cambiante (ESP), el cual se calcula dividiendo el sodio extractable en meq (millequivalentes) en 100 gramos de suelo por la capacidad de cationes cambiante del suelo expresados en meq/100 grs. de suelo. Cuando la ESP es superior a 20% la caña de azúcar crece mal.

Otra forma de calcular el % de sodio intercambiable es por medio de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Na Interc.} = \frac{100 (-0.0126 + 0.01475 \text{ PAS})}{1 + (-0.0126 + 0.01475 \text{ PAS})}$$

en la que:

$$\text{PAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}}$$

Arrhenius, en Java logró establecer que el pH ideal para el desarrollo de la caña de Azúcar se encuentra entre 7 y 7.3 afectando el rendimiento cuando es superior o inferior a esta cifra, siendo más afectado cuando es más alcalino.

Samuel, en Puerto Rico encontró que el 43% de los suelos donde se cultiva la caña, tienen un pH por debajo de 6 y el 57% por encima. Considerando que cuando el pH es por debajo de 5.00 la caña crece mal y el suelo debe ser enalado.

Hardy considera que pHs superiores a 8.5 pueden considerarse que definitivamente afectan el cultivo, y manifiesta que el metabolismo también es afectado con un pH ácido hasta un límite en que la caña es más-

susceptible a la candelilla (*Aeneolamia* spp), que cuando crece en neutros o alcalinos.

Martin en Hawaii ha comprobado que la mancha de ojo (*Helminthosporium sacchari*) ataca la caña más fuertemente cuando se desarrolla en suelos ácidos que cuando crece en neutros o ligeramente alcalinos.

Las aplicaciones de sulfato de amonio durante un período de 20 años tuvo como consecuencia el aumento de 10 veces la acidez del suelo en las zonas temporales del Hawaii; aumento que se refleja en los rendimientos debido a la deficiencia de  $Ca^{++}$ .

Khanna en la India encontró que las raíces de la caña de azúcar se desarrollan normalmente dentro del pH de 6.1 a 6.7 y que los suelos ácidos son más dañinos que los alcalinos. Aunque este punto se encuentra muy discutido ya que en la isla de Hawaii se producen buenos rendimientos de caña con pHs de 4.5 a 5.0, en tanto que en otros extremos se obtienen buenos rendimientos en pHs de 8.0 a 8.3.

Por lo que respecta a la fertilización de la caña y la forma de aplicación, Lee y Weller no encontraron ningún caso en que la dirección del desarrollo de las raíces se desvía hacia donde se enterró el fertilizante, aunque si lo atraviesa, se produce una mayor ramificación. Van Dillewijn, también notó en Java este fenómeno.

Estudios de Weller muestran que el nitrógeno, el fósforo y el potasio promueven el aumento de peso de las raíces.

Humbert demostró que los subsuelos deficientes en fósforo limitan la profundidad de la extensión radicular y que existe una respuesta adecuada

cuada a la aplicación de este elemento.

En forma general, los factores que deben ser tomados en cuenta en un análisis químico, para efecto del cultivo de la caña de azúcar, son:

E C x 10 <sup>-6</sup> , extracto 1:2	no debe ser más de 150.
Cloruro de sodio en ppm	no debe ser más de 900.
pH	mayor de 5.5 y menor de 8.4.
Boro expresado en ppm	no debe ser más de 1.30.
La relación Ca/Mg	debe ser superior a 2.
E S P %	no debe ser superior a 20.
Sulfato de sodio	no debe ser superior a 0.15.
Sales totales en %	no debe ser superior a 0.35.

Estas cifras están consideradas para el tipo medio del cultivo de la caña de azúcar y deberán ser consideradas como una orientación, ya que pueden existir variantes influenciadas tanto por las condiciones físicas del suelo, como también por el tipo de variedades que se estén -- cultivando.

#### IV.2. FACTORES CLIMATICOS.

La caña de azúcar es un cultivo que requiere de altas temperaturas y buena precipitación pluvial, para el periodo de crecimiento y baja -- temperatura y precipitación durante la maduración. Esto hace notar el -- porqué en zonas con alta precipitación y temperaturas constantes, la -- producción de azúcar es baja. Puede desarrollarse en zonas de baja precipitación, siempre y cuando se le suministre agua en forma de riego y-

con una buena temperatura como sucede en zonas cañeras del Perú y la isla de Oahua en Hawaii.

Realmente la caña de azúcar se cultiva en una zona más amplia que la cubierta por la banda tropical (ubicada entre los 23° N y S), pues tiene por límite la isoterma de 20°C. En el hemisferio Norte esta línea parte de 26°N y 0° longitud, siguiendo hacia el este donde alcanza la costa Africana, en donde cae gradualmente hasta 28°N, dejando el Continente Africano a los 80°E, sigue paralelo al Ecuador hasta alcanzar los 120°O, donde sube a 36°N, llegando casi a la costa Norteamericana, donde sigue paralelo al Ecuador hasta alcanzar la longitud 0°. En el hemisferio sur la isoterma se inicia a 18°S y 0° longitud, de aquí va suavemente subiendo hasta alcanzar la costa Africana a 14°S, donde cae abruptamente hasta llegar a los 25°S siguiendo paralela al Ecuador hasta alcanzar los 100°O, donde sube fuertemente hasta alcanzar la costa suramericana a los 16°S, donde se aleja del Ecuador siguiendo aproximadamente los 28°S, donde se levanta suavemente hasta alcanzar los 18°S y 0° Longitud.

Todas las zonas cañeras del Mundo caen dentro de esta área, excepto España y sur de Japón que están en límites extremos.

El clima de una región determinada lógicamente que se encontrará determinada por un conjunto de factores como son la temperatura máxima, la luminosidad; tanto en horas luz como en intensidad, la precipitación pluvial, la humedad relativa del aire, los vientos, etc.

Todos estos factores juegan un gran papel en el metabolismo vegetal, hasta el punto de que se le ha dado en la determinación de los re

querimientos de fertilizantes que la misma composición del suelo, pues si bien éste puede suministrar los requerimientos en mayor o menor cantidad, la cantidad absorbida está supeditada a los factores climáticos.

Debido fundamentalmente a que el complejo clima se nos presenta como unidad, es difícil determinar exactamente el efecto que tiene cada uno de los factores formadores de dicho complejo en el cultivo, sin embargo, para nuestro fin analizaremos la influencia que tiene cada uno de éstos sobre la fisiología de la caña de azúcar.

#### IV.2.1. Temperatura.

Para poder distinguir los efectos fisiológicos de ésta es necesario conocer la temperatura media, máximas y medias mínimas del aire en un lugar, así como conocer la amplitud u oscilación de éstos, aunque generalmente se hable de temperaturas medias de un lugar.

Recordando, antes de estudiar los efectos de la temperatura, la ley de Van't Hoff, según la cual cada  $10^{\circ}$  de aumento de la temperatura dentro de ciertos límites, aproximadamente entre  $0^{\circ}\text{C}$  y  $33^{\circ}\text{C}$ , duplica, y en algunos casos triplica la velocidad de una reacción química. Analizando los efectos desde este punto de vista, la temperatura es decisiva en la velocidad de crecimiento, no sólo por su efecto sobre los procesos vitales, sino también sobre aquellos de naturaleza química.

Dentro del orden de las ideas, si la germinación es el paso del estado latente a uno de gran actividad biológica, es lógico el pensar que la temperatura es un factor de gran influencia en una mejor germinación, especialmente en caso de multiplicación vegetativa como lo es la caña de azúcar.

Numerosos investigadores encontraron que la germinación de la caña de azúcar se paraliza bajo temperaturas menores a los  $13^{\circ}\text{C}$  y que la temperatura para una buena germinación no debe ser inferior a los  $21^{\circ}\text{C}$  --- (Martín J.P.). Esto debe ser considerado, considerando que en el trópico las bajas temperaturas del suelo corresponden por lo general, a bajas - temperaturas del aire.

Se puede decir que la temperatura por debajo de  $21^{\circ}\text{C}$  retarda el -- encepamiento; siendo la mejor temperatura para el encepamiento la de --  $32^{\circ}\text{C}$ , pero no sólo es importante una temperatura alta para un buen encepamiento, sino que debe haber una gran variación entre la máxima y la - mínima, pues de lo contrario se incrementa enormemente el crecimiento con reducción del encepamiento.

Raheja ha encontrado que existe una asociación negativa entre el - encepamiento y el contenido de sacarosa, factor también observado en -- Venezuela en la zona de Motatán , donde se tiene un alto encepamiento, - pero bajo contenido de sacarosa en caña. El mismo investigador (Raheja), ha encontrado que al aumentar el encepamiento, número de tallos por ce pa, aumenta el peso de los tallos molibles, pero disminuye la longitud de aquellos y el porcentaje de sacarosa, factores estos que están liga dos a las condiciones climáticas.

Rand y Dopp, estudiando la influencia de la temperatura sobre la - infestación de *Phythum* en caña de azúcar, sometiendo variedades a dife ferentes temperaturas ambientales, observaron, que a medida que aumenta ba la temperatura, aumentaba el encepamiento.

Clements ha comprobado que el alargamiento de la velocidad de emer gencia de las hojas y la unidad de crecimiento (incrementó el volumen -

de la caña: alargamiento por el peso verde de la vaina), está fuertemente influenciada por las temperaturas máximas y mínimas, mientras más altas sean las temperaturas diurnas y nocturnas mayor es el crecimiento. Das considera que el crecimiento se estaciona cuando la temperatura media es inferior a los 70°F, y cuando la temperatura de un día es de -- 71°F, sólo ha habido un grado-día-Das de temperatura aprovechable por la planta. La suma de los grados días de un mes constituyen lo que se llama grado-día-mes. Si es la media del mes se denomina grado-días-medio.

Debo indicar que Das trabaja con grados Fahrenheit y usa como base de sus trabajos 70°F, por debajo del cual no hay crecimiento. Das, realizando experimentos en Hawaii llevo a la conclusión de que cuando los días son cálidos y las noches calurosas se incrementa el crecimiento y baja la producción de azúcar. Estos resultados también fueron encontrados por Deer que manifiesta que, cuando la caña crece en zonas de -- altas temperaturas durante todo el año, tiene alto tonelaje, bajo contenido de sacarosa y alto contenido de azúcares invertidos, proviniendo -- estos últimos tanto del proceso metabólico como del desdoblamiento de -- la sacarosa motivo por el cual cuando la caña llega a la factoría están inmaduras o pasadas de maduras.

Algunos investigadores han logrado comprobar que existe crecimiento a temperaturas de 12°C, pero la mayoría coinciden en indicar que a los 21°C, como temperatura mínima, debajo de la cual el crecimiento es imperceptible.

En Hawaii se ha comprobado que los entrenudos formados durante los meses más fríos son del 30 al 50% más pequeños que los formados en los

meses de más calor, comprobándose lo mismo en los diámetros de los tallos.

Así como las altas temperaturas son fundamentales para mayor crecimiento de la caña, se ha comprobado que las noches frías son determinantes en la acumulación de la sacarosa en la planta, y que durante la maduración debe existir una gran diferencia entre la máxima y la mínima para que exista un buen rendimiento de sacarosa. Tanto en Hawaii como en Formosa se ha logrado establecer en términos generales, que por cada grado centígrado que baje la temperatura es de esperar un momento en el rendimiento hasta de 0.50 % de sacarosa en caña.

La transformación de la yema vegetativa terminal en yema floral, es influenciada por un gran número de factores, y parece ser que la temperatura juega un importante papel en este fenómeno. Si hay cambio de la yema vegetativa en yema floral, es lógico que el crecimiento se paraliza; solo existe un alargamiento de los tejidos y como la flor requiere una buena cantidad de nutrientes, todos son movilizados del tallo, afectado así la floración no solo al tonelaje, sino también al rendimiento. Este rendimiento también es afectado por la formación de los chupones de agua o brotes tardíos que generalmente se presentan en la época de floración como consecuencia del cese de la dominancia apical que ha evitado el desarrollo de las yemas laterales.

La temperatura juega un gran papel sobre el metabolismo total de la planta. Se ha indicado como las altas temperaturas aceleran los procesos biológicos y, por lo tanto, aumenta la tasa de absorción de agua y sales minerales que sirven de base a la planta para la formación de nuevos tejidos, ocasionando con esto una reducción en el contenido de sacarosa; así que cuando se tienen condiciones desfavorables de temperatura, la única llave que tiene el Ingeniero Agrónomo para regular una mejor --

acumulación de sacarosa, es a través del efectivo control de la fertilización y el riego.

#### IV. 2.2. Luz.

La luz provee a las plantas de la energía radiante para la descomposición del anhídrido carbónico y formación de los hidratos de carbono, en otras palabras, por medio de la fotosíntesis se fija la energía radiante en energía química, que es la única fuente de formación de materia orgánica. La luz influye en la planta, tanto por la calidad de los rayos que la integran: es decir por la intensidad lumínica; como por la duración de esta intensidad. Las variaciones están determinadas por factores climáticos, por la latitud, por la altitud y por la topografía, influyendo estas variaciones en la actividad fotosintética de las plantas.

La intensidad es medida por medio del pyrhelímetro o del actinógrafo y es expresada en gramos-calorías por centímetros cuadrado por día.

Rosenfeld estima que la cantidad de energía que cae en un acre en tres meses equivalente a 243 toneladas de carbón de alta calidad ( 8000-Kilocaloría ) o sea un equivalente a 6.617 Kilogramos de carbón por hectárea/día con un valor calórico de 53, 372.868 de Kilocalorías. En un período igual, una buena cosecha producirá energía equivalente a 1.5 a 2 toneladas de carbón que equivale a 44.44 Kg. de materia seca con 4 000 - Kilocalorías por hectárea/día.

Del promedio de  $500 \text{ gr./cal/cm.}^2$  es sólo visible ( entre 400 - 700 nanómetros ) el 44% o sea  $220 \text{ gr./cal./cm.}^2$ . Según los trabajos citados por Lemon el número de Einsts absorbidas por caloría incidente visible - se determina por la fórmula:  $B=16 \times 10^{-6}$  Einsts absorbido por una calo-

ría incedente. Así que el total de Einsts absorbidos por la planta sería  $16 \times 10^{-6} \times 220 = 0.003520$ , que equivale a 3.520 micro Einsts absorbidos, - las diferencias serían las pérdidas por albedos o absorción no efectiva. Al efecto si un quantum de luz blanca tiene 51.388 gr. cal y es un Einsts las 220 calorías serían 0.00428115 Einsts o sea 4.28115 micro Einsts.

De modo que la pérdida por albedo y absorción no efectiva sería de 0.76115 micro Einsts. Como se requieren 10.1 a 10.5 Einsts para producir un mol de hidratos de carbono ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) se obtendrán cerca de .352 micro moles de hidratos de carbono, se consumen 116. micro moles, quedando realmente almacenados. 236 micro moles por  $\text{cm}^2/\text{día}$ . Por metro cuadrado, sería  $2 \ 360 \ 000$  micro moles y como un mol son 30 gramos se obtendrían 70 800 - 000 micro gramos o sea 78.8 gr./ $\text{m}^2$ ., y si se estima que absorben un 8 % de nutrientes se tendrían unos 76 gramos de materia seca por metro cuadrado. Esta sería la producción teórica de una zona que recibe 500 gr/cal día. - Para esto es necesario conciderar también la superficie de exposición del cultivo.

Siendo la energía radiante en forma de luz la base para la formación de los hidratos de carbono, es lógico pensar que una reducción en su intensidad afecta el metabolismo de las plantas y al efecto Martín y Eckart de Hawaii, haciendo crecer cañas en potes y reduciendo la intensidad lumínica con toldos de muselina, comprobando que el encepamiento disminuye cuando disminuye la intensidad de la luz, que los tallos son más largos y delgados, las hojas son más angostas y de color más pálido, en general las plantas son más suculentas, pero con menos porcentaje de materia-seca.

Cuando estas plantas se les eliminó la protección contra el sol -- el encepamiento se recuperó. Por otra parte cuando las plantas que estaban en pleno sol se colocaron en la sombra los tallos pequeños de la ---

cepa murieron. La influencia de la luz sobre el encepamiento se explica por efecto sobre las hormonas reguladoras del crecimiento que ejercen la llamada dominancia apical, estas hormonas tienen por función el alargamiento celular y la inhibición de su multiplicación. Cuando hay abundancia de luz se restringe la traslocación de estas hormonas en el tallo y por lo tanto el crecimiento es más lento y el grado de inhibición disminuye, desarrollándose las yemas que se encuentran en mejores condiciones para hacerlo, como son las yemas subterráneas, por lo tanto el encepamiento aumenta con la intensidad lumínica, por el contrario, cuando la intensidad de la luz disminuye, la hormona se trasloca más rápidamente restringiendo el desarrollo de las yemas y acelerando la tasa de crecimiento, lo que hace que las plantas que crecen en la sombra sean más largas y suculentas.

Podemos observar este fenómeno observando que antes de que las plantas cierren, se ve una gran proliferación de tallos, gran encepamiento, pero una vez que las plantas crecen se observa que muchos de los tallos pequeños mueren, lo que fundamentalmente se debe al efecto de la dominancia apical ejercida por los tallos que quedan bajo la sombra de los tallos más altos; dicho de otra manera: los tallos primarios y secundarios tienen gran suplencia de luz y por lo tanto restringen la traslocación hormonal, pero los tallos que quedan abajo de éstos, tienen poca luz y así en ellos hay mayor difusión de las hormonas que ejercen dominancia sobre las yemas de estos tallos que están más pequeños produciéndoles la muerte.

Así como la intensidad de la luz influye en el encepamiento, se ha comprobado que la duración del día, fotoperíodo, afecta al encepamiento.

Lee y Lin sometiendo un grupo de plantas a 10 y 5 horas de ilumina

ción, determinaron que bajo el primer tratamiento hay buen crecimiento y alto encepamiento y con 5 horas de luz no hay encepamiento. Encontraron también que el crecimiento, el número y longitud de las raíces, la longitud y diámetro de los entrenudos y el peso verde y seco de las raíces, tallos y hojas es proporcional a la longitud del día. Sometieron plantas a 6, 9, 12 y 15 horas luz, bien colocadas en cámaras oscuras o poniéndoles luz artificial, encontrando que la rata es proporcional a la longitud del día, pero en el tratamiento de 15 horas hubo una reducción de la rata de crecimiento, igual sucede con la longitud y la rata de crecimiento de los entrenudos.

El crecimiento está influenciado por la latitud, parece que el máximo crecimiento por efecto de la latitud esta en relación con el origen de lo ancestros de la variedad, ya que debe de ser similar a aquellos para obtener lo mejores rendimientos. En general se puede decir que la longitud del tallo aumenta con la longitud del día, en algunas variedades el máximo puede ser de 10 a 14 horas, pero para fotoperíodos muy largos de 16 o 18 horas el crecimiento se reduce. En los climas nórdicos donde las altas temperaturas coinciden con largos fotopríodos, el crecimiento es muy acelerado en ésta época, por lo que la limitación de los cultivos no es la longitud de los días sino lo corto de las temporadas de temperaturas favorables para el cultivo.

Se ha comprobado que la rata de crecimiento es mayor durante la noche que durante el día, al efecto puede observarse la marca de crecimiento que dejan los labios sobre la cerca de la vaina superior, debido a la expansión que se produce durante la noche como consecuencia del aumento de la rata de crecimiento.

Clements manifiesta que cuando se mantienen los carbohidratos y la

húmeda dentro de la planta a niveles conocidos para cada estadio de crecimiento las cosechas deberán ser máximas para alto nivel de energías, y al efecto, ha logrado establecer por medio de una fórmula la posible producción de toneladas de caña por hectárea, según los niveles de energía radiante donde crece la caña de azúcar. Para las condiciones de Hawaii, - donde fue realizado el experimento determinó la siguiente fórmula para - calcular las unidades de crecimiento:

$$U = 0.0820X_1 + 9.3206X_2 - 0.0979X_3 + 2.8025X_4 + 3.2272X_5 - 1130.9004$$

en donde:

U son las unidades de crecimiento.

$X_1$ : energía radiante expresada en gr/cal./cm<sup>2</sup>/ día.

$X_2$ : humedad de las vainas.

$X_3$ : edad en días.

$X_4$ : temperatura máxima en grados Fahrenheit.

$X_5$ : temperatura mínima en grados Fahrenheit.

Partiendo de las unidades de crecimiento calcula las toneladas de - caña por acre.

Si bien la luz tiene gran influencia en el crecimiento, también lo tiene sobre la formación de las azúcares y especial en el contenido de - sacarosa y pureza de los jugos; al efecto Borden hizo crecer la variedad H 31 - 1389 en el campo, una parcela a plena luz y otra cubierta con mu- selina para reducir la intensidad lumínica; las plantas que crecieron a plena luz produjeron 13.55% de sacarosa y una pureza de 80.7% y las otras produjeron menor cantidad, indicando claramente la influencia de la inten- sidad lumínica sobre el contenido de sacarosa de las cañas. Das logró - establecer una relación entre la pureza de los jugos y el número de días

claros que existen durante el período de crecimiento de las cañas de azúcar.

El contenido de azúcares en la vaina de las hojas está correlacionado negativamente con el crecimiento, de tal manera que los factores que favorecen el crecimiento producen una disminución en el contenido de azúcares y es lógico que esto suceda, puesto que los azúcares producidos en la actividad fotosintética son usados para servir de base en otros compuestos que darán longitud y multiplicación celular o bien para ser almacenados.

Shaw, ha sugerido que parece existir una cierta relación entre la latitud y el % de sacarosa, el máximo porcentaje, según él se encuentra a 18°N o Sur, y el más bajo a 30°N o Sur y hacia el Ecuador baja donde alcanza otro mínimo. Considera que la causa es la longitud del día.

Uno de los factores que influyen en la floración, como ha sido reportado por numerosos autores es el fotoperíodo o duración del día y como sabemos la duración del día está influenciada por la latitud, siendo más tardía la floración mientras más larga sea la latitud, Bret estudió las épocas de floración, según la latitud del lugar, presentando los resultados en el siguiente cuadro.

Latitud	Lugar	Epoca en que comienza la Floración
0°- 10°N	Palmira, Colombia	Durante todo el año.
S	Pasurruam, Java	Normalmente antes de Marzo.
10°- 15°N	Coimbatore, India	Comienza en Octubre.
S	Lima, Perú	Abril.
N	Barbados	Octubre
15°- 20°S	Norte de Australia	Normalmente en muchas cañas <u>co</u> merciales durante la primera y segunda semana de mayo.
S	Luabo, Africa Port.	Usualmente a la mitas de Abril
20°- 25° S	Mauricio, Africa	Mayo
N	Hawaii	Noviembre
N	Wantam, Formosa	En algunas variedades, tan <u>tem</u> prano como Octubre.
20°- 30° N	Sur de Florida, USA	Diciembre.
S	Mount Edgecome, Natal	Comienzos de Junio.

Coleman comprobó que, en general, la floración se inicia cuando la longitud del día llega a 12<sup>h</sup> 25' .

Clemets y Awada, trabajando con distintas longitudes del día y de la noche, temperatura, húmeda del suelo y nutrientes, consideran que es posible inducir la floración cuando se conjugan un conjunto de estos factores; estos incluyen: períodos nocturnos entre 71 - 74°F (21.7 a 23.3°C) y bajo contenido de humedad, cambiándoles a fotoperíodo con moderada temperatura diurna: 80 - 87°F.

Es indudable que existen un conjunto de factores que influyen en la floración de la caña de azúcar y que la luminosidad es uno de ellos. La época de siembra tiene también influencia en la floración, en Natal cañas que tienen de 6 a 7 meses de edad pueden florear. Las socas florear más que las plantillas y las cañas quedadas o dejadas para dos años de crecimiento, florear más en este segundo período que en el primero. Parece que los suelos tienen cierta influencia en la floración; así, los suelos livianos aceleran la floración y, por el contrario, los pesados la retardan; sin embargo, se ha comprobado que algunas variedades en algunos suelos no florear, mientras que en otros lo hacen profusamente, la diferencia no puede explicarse debido a que las condiciones físicas, pH, equivalente de humedad, coeficiente de marchitez son similares. La nubosidad en su efecto de restringir la intensidad lumínica, afecta la clase de rayos que alcanza la superficie de las plantas y, a la vez, por modificación de la temperatura tiene efecto de aumentar la floración.

#### IV. 2.3. Humedad.

La humedad del suelo afecta a la germinación, pues se conoce que para que exista una buena germinación es necesario una buena suplencia de agua, sin olvidar que esta afecta la suplencia de oxígeno en el suelo.

Se ha indicado que la caña requiere de una buena suplencia de agua durante el período de crecimiento, pues el agua juega un gran papel en la turgencia, la traslocación y en la presión de crecimiento o presión de turgor: pero durante el período de maduración se debe reducir la suplencia de agua con el fin de reducir el crecimiento; esta reducción del volu

men de agua no debe ser de tal magnitud que pueda afectar la formación de las azúcares, pues justamente lo que se persigue es que estos, en lugar de ser utilizados en la formación de nuevos tejidos, sea almacenada con el objeto de tener un alto porcentaje durante la zafra. Thiemen y Deerr y otros, manifiestan que en zonas de altas y permanentes precipitaciones pluviales se afecta el contenido de sacarosa de la caña. Si durante la zafra se presentan precipitaciones de cierta magnitud, puede que de momento no se reduzcan los rendimientos, pero pasados algunos días se notará el efecto perjudicial; a veces, cuando caen pequeñas lluvias durante la zafra, los rendimientos en porcentaje de sacarosa no son afectados, sino que, por el contrario mejoran en cierta magnitud; esto se puede explicar por el hecho de que el secamiento de la planta ha llegado a tal extremo que ha obligado a la planta a utilizar los azúcares almacenados o que ha sido afectada la actividad fotosintética. Basado en estos hechos el Dr. Clements ha desarrollado la técnica de la maduración controlada, la cual consiste en reducir paulatinamente la humedad de los campos para obtener los mejores rendimientos.

Clements, ha estudiado en forma sistemática la influencia de la humedad en el suelo sobre la caña de azúcar, habiendo desarrollado unos conceptos bastante importantes, entre los cuales tenemos: Índice primario, porcentaje de azúcar en base al peso seco de las vainas 3 a 6; Índice de Humedad, se refiere al porcentaje de humedad en las vainas de las hojas 3 a 6. Encontró que el índice primario está correlacionado negativamente con el crecimiento y con el Índice de Humedad, el cual, a su vez, está correlacionado positivamente con la humedad del suelo y con los fertilizantes, especialmente nitrógeno, explicándose que esta correlación positiva entre la humedad y el nitrógeno, a que está correlaciona

do positivamente con el calcio, el caul es un elemento plasmilítico por excelencia, de tal manera que habiendo calcio en el suelo la aplicación de nitrógeno aumenta la absorción de humedad.

Sommers correlaciona el contenido de sacarosa e. la caña con la humedad relativa antes de la cosecha, demuestra que la maduración temprana es inducida por la baja humedad relativa, mientras que la humedad alta retarda la maduración, no olvidando que existe una relación marcada entre el aumento de la humedad relativa y la época de lluvia.

La sequía reduce la intensidad de la floración de varias maneras: una por la destrucción del embrión de la inflorescencia y otra, por inhibición del efecto hormonal.

#### IV.2.4. Nubosidad.

( Esta juega importante papel en la reducción de la intensidad lumínica, afectando la actividad fotosintética como el fotoperiodismo.

La nubosidad afecta la clase de rayos que inciden sobre las cosechas. Mediciones hechas sobre los flujos parciales correspondientes a 1.000 Lumen de flujo total en los colores rojo, verde y azul, están representados así: para días cubiertos 333 Lumen para los colores rojo, verde y azul, mientras que en días con cielo azul, las cantidades son: 270, 340 y 390; obsérvese como disminuyen los rayos rojos y aumentan los azules en los días más claros; no debemos olvidar que los rayos rojos son los más calientes de la gama del espectro. )

#### IV. 2.5. Altitud.

La altitud produce grandes modificaciones a las condiciones climáticas de temperatura; luz y lluvia. Al efecto se ha comprobado que en general la temperatura disminuye un grado por cada 200 mts. de altitud; la calidad de los rayos que inciden sobre las plantas es modificada por la altura, debido a la pureza de la atmósfera, son mas abundantes los rayos ultravioleta y violeta, los cuales tienen gran influencia sobre los fenómenos fototrópicos, restringiendo así la longitud de las plantas; se une a esto la reducción de la temperatura, razón por la cual el crecimiento de las plantas es más lento en las zonas altas que en las bajas. Como se ha indicado, las temperaturas mínimas tienen gran influencia en la floración; por lo tanto, la altitud juega gran papel en la floración, pero la óptima para que se suceda, depende lógicamente de la latitud; en el Ecuador, algunas variedades florecen hasta 1,500 metros, mientras que a 20°N casi no florecen a 600 metros de altitud.

#### IV. 2.6. Vientos.

Los vientos flojos ayudan a la movilización y renovación del aire dentro de las plantaciones de caña, y tiene cierto efecto. Verret y McLennon, sometieron plantas a vientos artificiales, encontrando que cuando la humedad del suelo era óptima, se reducía el tamaño y peso de los tallos, pero aumentaba el encepamiento; de la misma manera, cuando las cañas fueron sometidas a vientos muy fuertes, se observó una reducción en el contenido de la materia verde.

## C A P I T U L O V

### DESCRIPCION DE LA ZONA DE ABASTECIMIENTO

#### V.1. CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE ABASTECIMIENTO DEL INGENIO MELCHOR OCAMPO.

Generalidades del Area.

##### V.1.1. Localización y vías de comunicación.

La zona de abastecimiento se encuentra a  $19^{\circ} 44'$  Latitud Norte y --  
 $104^{\circ} 08'$  Longitud W del meridiano de Greenwich y con una altura sobre el  
nivel del mar fluctuante entre los 983 y 975 m.s.n.m.

Esta zona está integrada por parte del municipio de Autlán y parte-  
del municipio de el Grullo, los cuales están divididos por el río Ayuqui-  
la o Armerfa, correspondiendo la margen derecha al municipio de Autlán y-  
la margen izquierda a el municipio de El Grullo.

Los municipios mencionados se encuentran localizados en la parte SW  
del Estado de Jalisco, a 200 y 190 Kms. de la ciudad de Guadalajara sobre  
la carretera Guadalajara-Barra de Navidad.

La región está comunicada por la carretera Guadalajara Barra de Navidad (carretera República de Filipinas), la cual se encuentra revestida, con desviación al Grullo, también pavimentada. En ambas ciudades -- existen los servicios de teléfono, telégrafos, correos, IMSS, ISSSTE, -- SSA, Autobuses, contándose también con 2 pistas de aterrizaje, una cerca de la ciudad del Grullo, de terracería y otra pavimentada en las inmediaciones de Autlán.

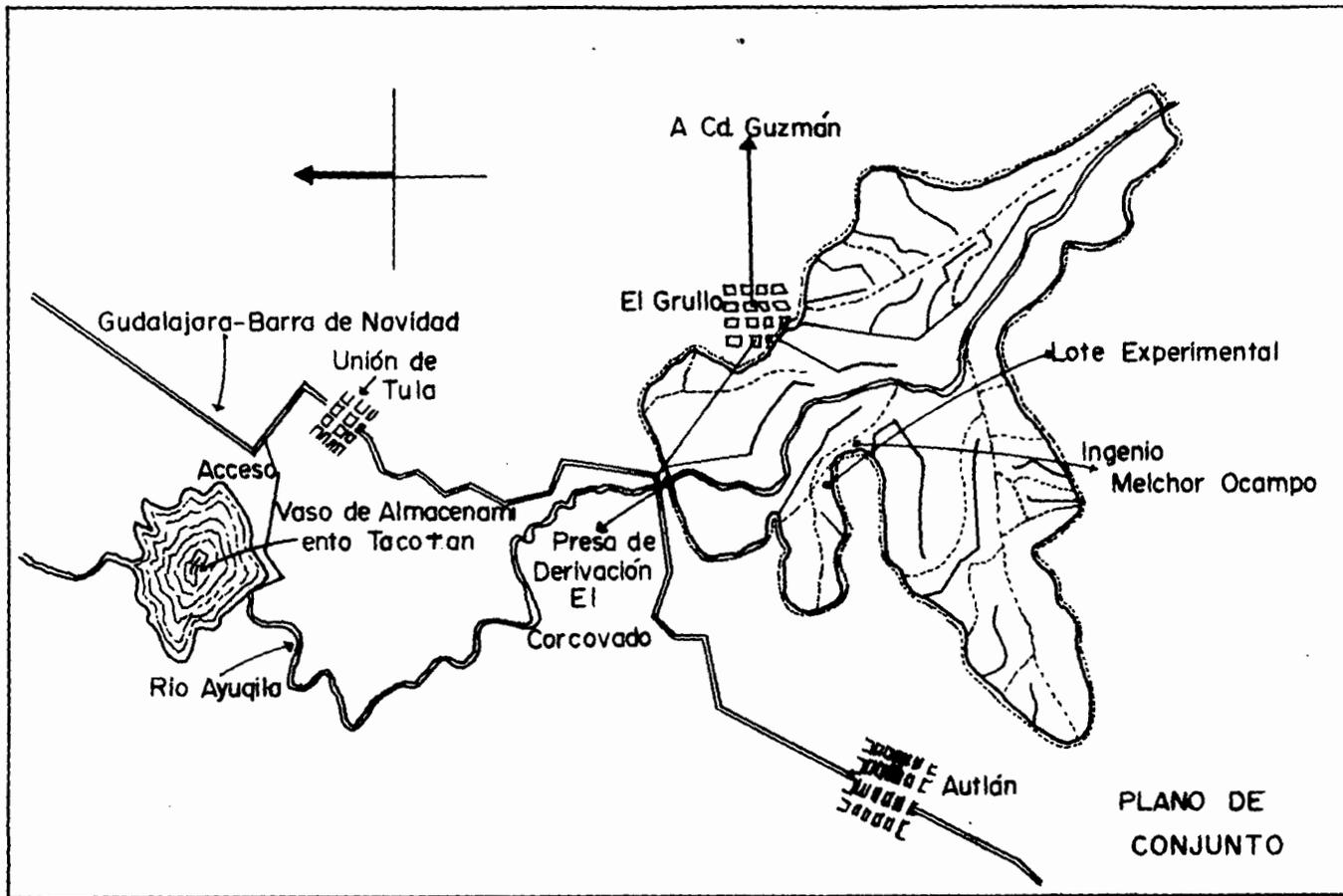
#### V.1.2. Descripción de la Unidad de Riego.

La presa de almacenamiento que sirve para el abastecimiento de la unidad de riego se encuentra localizada en el municipio de Unión de Tula, Jalisco, a 11 Kms. de dicha población, sobre el río de Ayuquila o Armería con una capacidad de almacenamiento de 150 000 000 de m<sup>3</sup>, y un volumen útil de 144 930 000.

La presa derivadora El Corcovado, se encuentra sobre el mismo río Ayuquila, a 500 mts. aguas abajo del puente el Corcovado de la carretera Guadalajara-Barra de Navidad y a 33 Kms. aguas abajo de la presa de almacenamiento; Tacotán.

Esta unidad de riego abarca las siguientes superficies brutas:

Margen Derecho:	5 700. 00 Has.
Margen Izquierdo:	<u>4 860. 00 Has.</u>
Total.	10 560. 00 Has.



Descontando las superficies no dominadas tenemos un total neto de -  
9 582. 00 Has.

### V.1.3. Tenencia de la Tierra.

La Unidad de Riego se encuentra distribuida de acuerdo a la tenencia de la tierra de la siguiente manera:

Superficie Ejidal:	5 530. 00 Has.
Pequeña propiedad:	<u>4 052. 00 Has.</u>
Total.	9 582. 00 Has.
Número de Ejidatarios:	1 371
Número de P. propietarios:	<u>151</u>
Total.	1 522
Superficie media/Ejidatario:	4 Has.
Superficie media/P. propietario:	26.00 Has.

### V.1.4. Precipitación.

En las tablas No. 2 se presentan los datos de precipitación registrados en la estación climatológica El Grullo.

### V.1.5. Temperatura.

En las tablas 1, se presentan los datos de temperatura registrados en la estación el Grullo.

### V.1.6. Evaporación.

En las tablas No. 3 se presentan los datos de evaporación registra

dos en la estación climatológica el Grullo.

#### V.1.7. Clasificación del Clima.

La clasificación según Koopen es la siguiente:

Awah

en donde:

Aw. Clima tropical (sabana). Temperatura media en todos los meses superior a 18°C. Lluvia media anual mayor de 750 mm. El invierno seco.

a- La temperatura del mes más cálido es de 22°C.

h- La temperatura media anual mayor de 18°C.

w- Lluvia en verano.

Suelos.

Del estudio agrológico detallado realizado en 1948, que abarcó una superficie de 19 976.00 Has. resultó lo siguiente:

#### Clasificación:

Suelos de 1a. clase	10 861. 00 Has.
Suelos de 2a. clase	5 194. 00 Has.
Suelos de 3a. clase	3 124. 00 Has.
Suelos de 4a. Clase	<u>797. 00 Has.</u>
Total	19 976. 00 Has.

El estudio comprendió el área localizada aproximadamente entre las elevaciones 1 120 a 933 m.s.n.m. En general las series de suelos presentan buen drenaje. El manto freático se encontró a una profundidad de 1.15 mts.

TABLA No. 1

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
DIRECCION GENERAL DE DISTRITO DE RIEGO  
DISTRITO DE RIEGO No. 94 - SUR DE JALISCO  
UNIDAD DE RIEGO AUTLAN - EL GRULLO.

LATITUD = 19° 44' N  
LONGITUD = 104° 08' WG.  
ALTITUD = 952 Mts.

TEMPERATURA EN °C.

UNIDAD DE RIEGO : Autlán - El Grullo .  
ESTACION : ET Grullo  
ESTADO : Jalisco.

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1948	28.2	31.0	32.4	33.6	35.0	33.9	31.0	31.2	31.0	30.6	31.2	31.4
	19.5	22.2	23.1	24.6	27.3	27.4	25.6	25.5	19.7	24.2	24.1	22.8
	10.8	13.5	13.8	15.7	19.6	21.0	20.2	19.9	25.3	17.8	17.0	14.2
1949	29.7	30.9	34.2	33.0	35.7	32.9	31.0	32.1	32.5	32.5	31.6	30.8
	20.8	22.9	23.7	22.8	26.4	26.6	25.2	25.9	28.0	25.8	22.2	21.7
	12.0	15.0	13.2	12.6	17.1	20.4	19.4	19.7	20.5	19.2	12.8	12.6
1950	31.6	31.6	33.5	34.4	35.0	32.4	29.3	31.5	30.5	31.2	31.0	31.1
	22.2	22.1	22.9	24.5	26.4	26.6	24.6	25.5	25.0	24.8	23.5	20.6
	12.8	12.7	12.3	14.7	17.8	20.9	19.9	19.5	10.5	18.5	15.2	10.1
1951	31.1	32.4	32.2	35.2	35.3	35.8	32.1	32.4	30.5	32.0	32.8	33.0
	19.7	21.5	22.3	24.7	26.2	28.2	26.1	26.2	25.0	25.7	24.6	22.9
	8.4	10.6	12.5	14.3	17.1	20.7	20.2	20.0	19.6	18.5	16.4	12.9
1952	33.6	32.7	33.9	36.2	36.4	31.1	31.5	31.3	32.5	32.4	31.9	30.2
	24.0	22.9	22.9	25.6	25.9	25.1	25.5	25.4	25.9	23.4	23.2	21.1
	14.5	13.2	11.9	15.0	15.4	19.2	19.5	19.6	19.7	14.4	14.6	12.0
1953	31.4	31.5	33.3	34.3	35.1	33.6	31.7	32.7	33.9	30.3	30.9	28.8
	21.0	21.2	23.9	24.0	26.7	26.7	25.8	24.8	26.2	24.1	22.0	19.8
	10.7	11.0	14.5	13.8	18.3	19.8	20.0	17.0	18.6	18.0	13.2	10.8
1954	32.4	32.0	34.6	35.5	34.0	32.9	29.9	31.2	31.2	30.2	30.2	29.8
	22.3	22.5	23.8	25.8	26.0	26.9	24.8	25.4	27.8	24.5	22.2	20.3
	12.2	13.0	13.0	16.2	18.1	21.0	19.8	19.6	24.5	18.8	14.3	10.9
1955	28.3	31.2	33.1	35.6	35.6	34.2	30.3	30.3	29.5	30.0	32.1	30.9
	19.2	20.7	23.2	24.8	26.7	27.4	25.3	25.0	25.0	23.7	23.5	20.8
	10.1	10.3	13.4	14.0	17.9	20.6	20.3	29.9	20.5	17.5	15.0	10.7
1956	30.2	32.0	34.8	35.9	33.9	32.3	30.6	31.9	31.5	34.7	32.1	31.2
	19.7	21.2	23.5	25.5	26.8	26.4	24.8	25.6	25.3	26.6	24.4	21.9
	9.3	10.5	12.2	15.2	19.7	20.5	19.0	19.3	19.2	18.6	16.7	12.7
1957	33.7	33.9	32.6	34.1	34.7	34.5	31.5	32.6	31.3	31.2	31.4	30.5
	23.3	23.8	22.2	23.3	24.9	27.2	26.0	26.4	25.7	24.7	24.3	22.9
	12.9	13.7	11.8	12.6	15.1	20.0	20.5	20.3	20.1	18.2	17.3	13.3

CONTINUACION

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
1958	25.0	29.0	30.3	34.7	35.0	32.5	30.8	31.5	31.0	30.8	29.4	28.2
	18.6	20.2	21.4	24.7	25.7	26.6	25.6	25.0	25.6	25.1	22.6	21.4
	11.6	11.4	12.5	14.8	16.5	20.8	20.4	19.8	20.3	19.5	15.9	14.7
1959	28.8	30.7	31.7	32.0	33.6	31.4	30.7	30.7	31.2	29.8	29.6	29.0
	20.4	21.6	22.3	24.7	26.1	26.0	24.9	25.1	25.3	23.8	22.2	19.9
	12.1	12.6	12.9	17.4	18.6	20.7	19.1	19.5	19.4	17.9	14.9	10.8
1960	30.2	30.3	32.0	34.7	35.4	33.5	31.4	31.5	31.1	31.1	32.6	27.7
	20.8	20.7	21.4	23.7	25.6	26.7	25.6	25.9	25.7	19.1	23.7	20.7
	11.5	11.2	10.9	12.7	15.9	19.9	19.9	20.4	20.3	25.1	14.9	13.7
1961	27.9	30.7	31.9	33.9	36.2	32.1	31.6	31.8	31.0	32.2	31.3	28.5
	19.6	20.3	21.8	23.5	26.6	26.1	25.3	25.6	25.1	25.2	22.5	19.2
	11.4	9.9	11.8	13.1	17.1	20.1	19.6	19.5	19.2	18.2	13.8	10.0
1962	29.5	31.6	32.4	34.6	35.2	34.0	32.1	31.8	30.0	30.7	30.4	28.6
	19.3	21.2	21.5	23.5	25.9	27.2	25.1	25.7	24.7	24.5	22.2	20.6
	9.2	11.0	10.7	12.5	16.6	20.4	19.0	19.6	19.5	18.4	14.1	12.7
1963	29.9	30.2	33.3	35.3	35.0	33.6	31.1	36.1	31.2	30.3	30.7	28.1
	20.4	20.5	22.8	25.1	26.4	26.9	25.4	27.7	25.3	25.1	21.9	20.3
	11.0	10.7	12.3	15.0	17.8	20.2	19.8	19.4	19.4	19.9	13.1	12.5
1964	32.5	34.0	35.5	38.5	38.5	37.5	38.0	34.6	32.0	33.5	33.5	32.0
	19.4	20.8	22.5	22.1	26.2	26.3	26.1	25.6	24.9	23.8	23.5	19.7
	6.0	8.5	8.0	11.0	13.5	16.0	18.0	16.5	18.0	13.0	13.6	7.0
1965	31.0	33.5	34.0	39.0	38.0	39.0	35.0	33.0	33.0	34.0	35.0	33.0
	19.0	19.6	22.2	24.9	26.6	27.1	25.7	25.1	25.7	24.4	24.4	22.3
	7.0	9.0	7.5	12.0	16.0	17.0	17.5	18.0	18.0	12.0	13.0	12.0
1966	31.0	31.5	35.0	37.0	37.0	38.0	36.0	34.0	34.5	34.0	33.0	32.0
	18.0	20.1	21.7	23.0	26.6	27.8	26.0	25.7	25.7	24.3	22.7	20.4
	5.0	9.1	8.5	11.5	14.0	19.0	18.0	17.5	17.0	12.5	10.5	8.0

CONTINUACION

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
1967	33.0	33.5	35.5	36.5	37.0	37.5	33.5	34.0	34.0	33.0	34.0	32.0
	19.3	20.5	22.5	24.5	26.1	26.8	25.9	25.0	25.1	23.9	22.6	19.8
	6.5	7.5	11.6	11.0	13.5	15.0	18.0	18.0	18.0	13.0	10.0	6.0
1968	29.5	28.7	29.4	33.5	34.9	32.8	33.0	30.7	30.9	31.1	30.5	28.5
	19.9	23.6	20.7	24.2	26.5	26.1	26.3	25.1	25.2	24.5	22.5	21.0
	10.3	12.4	12.1	18.0	18.0	19.4	19.6	19.5	19.5	18.5	14.5	13.5
1969	29.5	31.0	31.0	34.5	36.0		32.2		31.0	31.3	31.6	29.4
	20.5	21.0	22.8	24.0	25.8		26.8		25.5	24.7	24.3	21.9
	11.5	12.0	13.5	13.0	15.5		20.3		20.0	18.1	17.0	14.5
1970	28.2	33.5	32.3	34.8	36.7	34.0	31.4	32.2	31.7	31.7	30.0	27.5
	19.4	22.9	21.8	23.4	27.1	26.8	25.5	26.0	25.5	25.2	22.4	19.0
	10.5	12.3	11.3	12.0	17.5	19.5	19.7	19.9	19.2	18.7	14.8	10.5
1971	23.8	30.0	34.2	36.0	36.0	32.8	30.7	30.0	29.8	27.3		28.3
	16.8	19.8	23.2	24.0	25.8	26.3	24.9	24.6	24.7	22.5		20.8
	9.8	8.5	12.2	12.0	15.5	19.7	19.0	19.2	19.5	17.7		13.2
1972	27.0	29.9	33.7	35.9	36.2	32.1	32.0	31.7	32.2	32.7	29.5	29.3
	18.8	21.0	23.2	25.7	27.0	26.4	26.1	25.5	25.8	25.0	23.8	21.3
	10.5	9.7	12.6	15.4	17.9	20.7	20.2	19.3	19.4	18.9	18.6	13.3
1973	28.8	30.1	32.3	34.3	25.8	33.4	31.3	30.7	29.9	31.0	31.7	29.3
	19.8	21.0	22.7	24.9	26.9	26.6	25.5	25.3	24.9	24.2	33.0	29.8
	11.5	13.1	13.2	14.6	18.0	19.8	19.9	20.0	19.5	18.3	14.2	10.3
1974	30.0	31.9	32.8	35.0	34.3	31.9	30.3	31.8	32.2	33.5	32.7	29.6
	21.0	21.6	22.8	25.0	25.7	26.2	24.9	25.5	25.8	25.3	23.5	21.7
	11.3	11.3	12.8	15.1	17.1	20.6	19.4	19.3	19.4	17.1	14.2	13.7
1975	29.0	29.7	29.7	35.3	35.5	32.5	29.6	30.1	31.1	32.1	32.0	29.8
	20.6	20.6	20.6	25.1	26.5	26.3	24.8	24.9	25.0	25.0	22.8	20.8
	12.2	11.5	11.5	14.8	17.6	20.5	30.0	19.6	18.0	17.5	13.5	11.7

CONTINUACION

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
1976	29.89	31.4	32.7	34.50	35.5	34.0	31.0	31.2	30.4	31.6	28.3	27.5
	22.17	21.85	23.00	24.65	26.10	27.5	25.0	25.4	24.85	25.0	21.8	21.4
	14.4	12.3	13.3	14.80	26.7	21.0	19.0	19.6	19.3	18.4	15.3	15.3
1977	27.9	30.7	33.4	33.6	35.5	34.0	33.0	31.9	33.1	32.5	30.2	30.2
	20.25	21.60	23.90	24.50	26.0	27.5	26.6	26.10	26.65	26.1	23.25	21.70
	12.6	12.5	14.4	15.4	18.5	21.0	20.2	20.3	20.2	19.7	16.3	13.2
1978	29.3	29.1	32.2	34.1	35.7	32.8	32.2	32.3	31.05			
	20.50	20.50	23.10	24.70	26.20	27.05	26.45	26.00	25.17			
	11.7	11.9	14.0	15.3	16.7	21.3	26.7	19.7	19.28			

TABLA No. 2

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
 DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO  
 DISTRITO DE RIEGO EN EL ESTADO DE JALISCO .  
 UNIDAD DE RIEGO AUTLAN - EL GRULLO.

PRECIPITACION EN MM.

LATITUD = 19° 44' N  
 LONGITUD= 104° 8' WG.  
 ALTITUD = 952 Mts. -

UNIDAD DE RIEGO: Autlán - El Grullo  
 ESTACION : El Grullo  
 ESTADO: Jalisco.

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1944	4.9	12.5	42.5	0.0	9.2	184.2	158.9	232.2	273.3	6.5	28.5	0.0	952.8
1945	5.0	1.6	1.0	0.0	2.5	60.5	221.8	229.7	83.3	75.3	8.5	0.5	689.7
1946	101.0	0.0	0.0	12.5	1.0	201.3	147.9	189.6	119.5	92.4	41.3	55.7	962.2
1947	89.3	0.0	14.0	36.0	16.4	108.8	204.5	296.3	72.0	39.4	3.6	13.6	898.8
1948	40.6	0.0	0.0	39.6	56.6	197.0	241.5	238.0	171.2	57.8	28.2	10.0	080.5
1949	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	77.3	217.5	152.4	113.4	41.2	0.0	0.0	601.9
1950	0.0	0.0	0.2	0.0	1.2	180.2	187.1	182.5	175.6	64.4	0.0	0.0	791.2
1951	0.0	0.0	12.7	0.0	2.0	96.6	208.0	185.5	201.0	36.6	0.0	0.0	742.4
1952	0.0	3.2	0.0	3.2	54.9	185.3	229.8	130.3	146.1	18.6	5.1	2.0	778.5
1953	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	154.7	178.3	215.8	37.4	149.0	0.0	21.5	756.7
1954	0.0	2.0	0.0	0.0	15.8	149.5	317.9	211.6	104.8	42.4	2.8	0.0	846.8
1955	6.4	0.0	0.0	0.0	11.5	109.3	201.8	189.5	115.4	96.4	0.0	0.0	730.3
1956	0.0	2.2	0.0	0.0	84.0	155.8	263.1	86.5	130.6	0.5	3.7	0.0	726.4
1957	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.7	138.7	172.5	135.1	155.5	8.1	0.0	686.6
1958	91.6	6.7	17.3	0.0	32.1	183.5	183.8	142.1	165.1	170.6	97.8	5.2	096.3
1959	20.7	0.0	0.0	134.4	21.4	208.2	168.6	248.7	121.9	145.0	0.0	0.0	068.9
1960	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	89.2	331.5	246.5	139.8	55.5	0.0	94.9	959.1
1961	94.6	0.0	0.0	0.0	0.6	212.6	277.1	148.7	152.3	65.0	0.0	0.0	950.9



TABLA No. 3

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
 DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO  
 DISTRITO DE RIEGO No. 94 - SUL DE JALISCO  
 UNIDAD DE RIEGO AUTLAN - EL GRULLO.

EVAPORACION EN MM.

LATITUD = 19° 44' N.  
 LONGITUD = 104° 8' WG  
 ALTITUD = 952 MTS.

UNIDAD DE RIEGO: Autlán - el Grullo  
 ESTACION: El Grullo  
 ESTADO: Jalisco

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1948	98.0	140.6	191.3	216.9	223.3	167.7	141.4	163.9	122.6	138.5	101.9	86.9	1 793.00
1949	118.2	151.4	200.8	235.2	229.3	179.1	148.4	142.9	117.0	127.0	190.6	102.0	1 941.90
1950	152.7	162.2	189.2	236.0	239.2	162.5	130.6	161.8	144.5	131.2	120.0	115.3	1 945.20
1951	130.7	151.0	196.8	230.8	233.4	228.3	143.3	133.0	143.6	115.0	93.5	117.3	1 916.70
1952	124.1	136.5	216.5	225.5	224.8	143.6	126.7	108.9	101.1	141.3	122.2	102.8	1 74.00
1953	124.0	151.0	224.4	275.2	243.3	185.4	137.8	145.0	128.7	111.9	108.2	90.7	1 925.60
1954	126.0	145.2	220.5	243.3	252.5	272.1	132.8	127.8	111.5	112.4	119.2	109.2	1 972.50
1955	107.8	149.4	221.1	202.3	197.7	172.4	121.0	147.1	103.7	106.7	99.7	105.2	1 734.10
1956	89.1	115.2	168.3	172.1	178.8	146.3	136.5	139.4	138.2	148.9	89.8	90.3	1 612.90
1957	98.6	129.0	159.6	177.2	241.6	203.4	71.4	115.7	94.5	129.8	92.6	121.8	1 735.20
1958	95.8	145.3	208.4	234.5	247.1	196.4	147.4	172.0	112.0	81.6	56.7	59.4	1 756.60
1959	88.9	121.4	185.3	154.8	188.8	130.8	105.9	145.0	134.5	127.7	111.2	112.4	1 606.70
1960	141.0	126.0	219.5	207.5	232.5	196.8	151.2	165.2	124.4	120.1	179.5	71.7	1 835.40
1961	92.7	127.6	168.9	223.3	231.1	147.7	122.6	118.4	114.7	121.9	107.2	94.9	1 671.00
1962	116.6	123.9	198.8	203.8	209.0	134.0	138.2	120.3	94.0	99.4	98.1	71.8	1 607.90
1963	112.7	123.7	172.4	214.6	238.0	196.9	138.5	134.5	121.0	131.0	115.9	76.2	1 775.90
1964	82.64	134.94	176.02	219.03	214.2	152.96	120.01	114.48	93.99	111.85	106.4	93.10	1 619.62
1965	67.68	110.11	181.13	200.39	205.23	184.51	116.85	108.52	104.139	116.02	105.64	86.41	1 626.88
1966	97.34	99.38	160.83	153.47	193.84	140.52	114.43	114.22	106.37	112.57	103.82	90.80	1 487.59
1967	110.70	133.80	117.17	190.18	179.70	122.79	104.81	97.75	97.31	101.57	92.10	76.10	1 473.98
1968	99.13	99.91	228.42	158.13	190.74	155.62	109.03	104.18	92.55	104.68	97.26	82.47	1 552.32

## CONTINUACION

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1969	97.08	117.70	153.12	190.20	198.88	107.52	97.98	87.29	78.20	67.30	99.13	67.30	1 361.70
1970	65.00	125.12	78.12	187.28	195.93	149.68	128.23	112.05	110.20	113.37	81.35	90.16	1 436.49
1971	80.42	113.36	173.09	189.16	194.46	150.23	129.47	96.60	102.84	94.84	94.27	78.11	1 496.71
1972	98.35	135.73	183.23	230.06	234.93	168.26	149.98	147.91	141.66	142.57	99.08	100.17	1 831.93
1973	110.05	124.38	195.37	235.70	242.32	196.23	162.24	147.43	128.42	140.07	132.58	116.16	1 930.95
1974	131.21	155.93	204.73	236.81	239.76	166.78	130.00	176.22	144.79	164.57	133.43	101.20	1 988.33
1975	98.30	115.96	198.91	223.42	220.77	165.96	127.00	146.28	129.87	47.63	144.78	120.84	1 839.62
1976	133.9	167.17	204.52	236.01	243.04	188.72	133.28	145.70	130.86	139.09	96.05	81.65	1 899.99
1977	101.67	136.00	211.79	227.77	226.68	185.08	150.96	140.30	162.60	145.57	125.48	112.95	1 926.85
1978	142.15	135.73	199.48	216.50	248.71	145.38	136.14	136.88	136.93				

### V.1.8. Fertilidad.

En esta unidad de riego la fertilidad en la mayoría de los suelos - es baja debido fundamentalmente a la explotación intensa que se realiza - de éstos, además de las bajas dosis de fertilización que se aplican, y - sin contar que no se llevan a cabo prácticas agrícolas de mejoración de - suelos como enterrado de abonos verdes u aplicación de algún mejorador. - No existe una adecuada rotación de cultivos.

Del estudio agrológico realizado se generaron las siguientes reco--mendaciones:

- 1a. Drenar la parte central del valle de Autlán.
- 2a. Aplicar riegos ligeros y frecuentes en los suelos donde - se encuentra el lecho rocoso a profundidades de 0.10 - 1.00 metros.
- 3a. Verificar el proyecto de riego, pues las condiciones agro-económicas de los suelos estudiadas se presentan muy favorables.

Los cultivos predominantes en el área estudiada fueron:

Maíz	50% del Total
Frijol	30
Garbanzo	10
Cítricos	3
Caña de azúcar	<u>2</u>
Total.	95% el faltante 5% no se cul-

tiva.

Actualmente el cultivo de la caña de azúcar ha superado grandemen-

te este porcentaje, contándose actualmente con un 29.38% de la superficie cultivada además, ya que también otros cultivos como el melón y hortalizas han aumentado su superficie de siembra, reduciendo las superficies -- del sorgo, maíz y alfalfa.

La zona de riego se construyó entre las elevaciones 975 y 938 aproximadamente, quedando integrada en razón descendiente de la superficie -- aportada por cada clase, por los suelos de 2a. 3a. y 1a. clase.

Los suelos de 2a. y 3a. clase se clasificaron así por mal drenaje. Los suelos a los que se hace mención en el punto 2o. quedaron fuera del distrito de riego.

#### V.1.9. Uso Actual del Suelo.

Actualmente las superficies que se cultivan en esta unidad de riego, son las siguientes:

Maíz	1981-00 Has.
Sorgo	330-00 Has.
Hortalizas	704-00 Has.
Melón	2000-00 Has.
Arroz	260-00 Has.
Caña planta	520-00 Has.
Caña soca	2262-00 Has.
Alfalfa	120-00 Has.
Frutales	<u>339-00 Has.</u>
Total.	9468-00 Has.

V.2. ANTECEDENTES GENERALES DE LA ZAFRA  
77-78 DEL INGENIO MELCHOR OCAMPO.

V.2.1. Trabajos de Empresa-Fábrica.

Inicio de zafra	5 de Diciembre de 1977
Término de zafra	29 de Mayo de 1978
Caña molida	204 515.350 Toneladas
Azúcar producida	22 375.150 Toneladas
Rendimientos de fábrica	10.94%
Tiempo perdido	21.84%
Molienda promedio	1 523.520 Toneladas/día
Sacarosa en caña	12.53%

V.2.2. Campo.

Superficie cultivada	2782-40-00 Hectáreas	
Superficie cosechada	2339-75-00 Hectáreas	
Nuevas siembras	1650-00-00 Hectáreas	
Anchura del surco	1.30 mts.	
Superficie de temporal	No hay.	
Superficie de riego	2782-40-00 Hectáreas	
Promedio de campo	87.4 Tons./Ha.	
Censo de Variedades		
Variedad	Superficie (Has.)	%
L-60-14	1 669-25-00	59.99
B 34-39	481-25-00	17.30

Mex. 57-473	427-15-00	15.35
Mex. 60-1459	155-50-00	5.59
Mex. 66-1428	11-35-00	0.41
N: Co 310	4-30-00	0.15
Mex. 57-29	1-70-00	0.06
B 43-62	14-00-00	0.50
Varias		

Dentro de estas variedades en base a las investigaciones realizadas por técnicos del IMPA y la empresa, han destacado las siguientes variedades que prometen en esta localidad; L 61-56; Mex. 69-1511; Mex. 69-1546.

#### Y.2.2.1.Siembra.

La época de siembra óptima para esta región es la del 1º. de Julio hasta el 30 de Noviembre. Las siembras extemporáneas presentan un bajo índice de germinación y por consiguiente su amacollo y bajos rendimientos de campo. Las semillas que se utilizan para nuevas siembras son de 9 a 10 meses de edad.

La siembra se realiza a cordón doble utilizando 17 Tons. por hectárea llegando en algunos casos hasta 22 Tons./Ha. La anchura del surco es de 1.30. En las siembras nuevas se protege a la planta con aplicaciones de heptacloro a razón de 30 Kg/Ha.

#### Y.2.2.2.Fertilización.

Los fertilizantes aplicados en esta región son los siguientes:

La planta se utilizan en la siembra 500 Kg de la fórmula 17-17-17 y la segunda aplicación se efectúa con 300 Kg. de Urea tirando ésta a -

los 4-5 meses de edad realizándose esta en forma manual, con maquinaria o por aplicaciones aéreas antes del temporal.

En socas y resocas se aplican 500 Kg. de fórmula 17-17-17, llevándose a cabo ésta en el primer cultivo. La segunda aplicación se da con 300 Kg. de Urea en el último cultivo o despacho. Anteriormente se utilizaba la fórmula 20-10-10 con 500 Kg. y 500 Kg. de Sulfato de Amonio.

Se fertiliza el 80% con maquinaria y 10% en forma manual, el resto por medios aéreos.

#### V.2.2.3.Cultivos.

Después del corte en socas y resocas se destronca, se subsolea a ambos lados de la planta a 60 cm de profundidad, se fertiliza y se riega. Posteriormente se cultiva la caña, generalmente se dan 3 cultivos. De la superficie total se cultiva el 70%.

#### V.2.2.4.Herbicidas.

Generalmente se aplica herbicida en terrenos en los que las cañas-- fueron cortadas en los meses de abril y mayo, esto se debe a que el temporal de aguas no da oportunidad de realizar los cultivos correspondientes. De esta manera se aplica en un 30% de la zona. La fórmula que se utiliza es la siguiente:

En 400 litros de agua:	Costo.
Karmex 2.5 Kg.	422.00
Amina 2 litros	136.00
Surfactante 1 litro	72.00
Costo de aplicación por Ha.	<u>100.00</u>
Total	730.00 Pesos/Ha.

Las aplicaciones son post-emergentes en socas y resocas, en plantas pre-emergente.

#### V.2.2.5. Riego y Drenaje.

Por lo que respecta al costo del riego el distrito ha impuesto la - c ta de 450.00 Pesos/Ha./año. El productor tiene derecho en caso de --- plantas de 9 a 12 riegos; en el caso de socas de 8 a 10 riegos.

#### V.2.2.6. Costos de Cultivo

Los costos del cultivo para esta zona son:

Planta	13 655.24 Pesos por Hectárea.
Soca	8 500.00 Pesos por Hectárea.

#### V.2.2.7. Plagas.

El problema en lo referente a plagas es el barrenador. Desde hace - aproximadamente 4 años se ha combatido esta con buenos resultados.

Este año se aplicará dipterex al 80% en polvo con el siguiente pro- grama:

1a. aplicación	20 de Julio
2a. aplicación	12 de Agosto
3a. aplicación	4 de Septiembre

El costo del producto y la aplicación aéreas es de:

1 Kg. de Dipterex	140.00
Aplicación aérea	<u>100.00</u>

Total 240.00 Pesos/Hectárea, por tres aplicaciones = 720.00 pesos/Ha.

Con las aplicaciones de Dipterex ya no se tienen problemas con plagas de Salivazo o mosca pinta, gusano soldado, gusano medidor etc.

La otra plaga que afecta a la zona es la Rata de Campo, teniéndose actualmente una infestación de un 80% en los ejidos de Charco Azul y el Chante. Se está combatiendo con Endrín al 19.5% y maíz quebrado a razón de 4 Kgs./Ha. El costo total es de 47.00 Pesos/Ha.

Actualmente se pretende controlar la rata con fosforo de zinc, en torpedos de voleo.

## CAPITULO VI

### MATERIALES Y METODOS.

#### VI.1. DISEÑO EXPERIMENTAL Y DE TRATAMIENTOS.

Se utilizó el diseño de tratamientos de cuadrado doble con 13 tratamientos con diferentes combinaciones de nitrógeno y fósforo, y un tratamiento adicional para medir la respuesta de la fertilización potásica.- El arreglo de los tratamientos en el campo fue el diseño de bloques al-azar con 4 repeticiones Fig.7

#### VI.2. TAMAÑO DE LAS PARCELAS.

Las parcelas experimentales constaron de cuatro surcos de 15 metros de largo y separados a 1.30 metros entre sí, de los cuales se cosecharon para fines de análisis los dos surcos centrales, con una longitud de 13-metros de largo, quedando así las parcelas de  $78.00 \text{ m}^2$ , y la parcela ---útil cosechada de  $33.80 \text{ m}^2$ . Fig. 7

### VI.3. TAMAÑO DEL EXPERIMENTO.

Como se mencionó anteriormente se tuvieron parcelas de 4 surcos de 15 metros de largo y separados a 1.30 metros, resultando una superficie total (incluyendo calles) de 4 804. 80 m<sup>2</sup> y una superficie útil para análisis de 1892.80 m<sup>2</sup>. Entiéndase por superficie total a el área en que se implantó el experimento, contando calles y superficie total por parcela; y superficie útil, como aquella que se utilizó para realizar la evaluación estadística; o sea: dos surcos de 13 metros de largo y separados -- 1.30 mts.

### VI.4. ANALISIS DE SUELOS.

Se ubicaron cuatro pasos de muestreo para la determinación de las propiedades físico-químicas del suelo. En los cuadros No. 1 y 2 se presentan los resultados del análisis.

### VI.5. METODO DE SIEMBRA.

Para nuestro caso esta actividad no se realizó, pero cuando se llevo a cabo, se hizo de la manera siguiente: se dejaron 3 manojos de 20 cañas sobre cada parcela, se tiro en el fondo del surco en cordón doble -- (método de siembra de la zona), sin antes no haberla destlazolado. Enseguida se procedió a picarla en trozos de 45 cm. de largo, procurando no-

CUADRO No. 1

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS  
HIDRAULICOS  
DISTRITO DE RIEGO No. 94 - EDO. DE -  
JALISCO.

Descripción de muestra.	ANALISIS DE NUTRIENTES EN LOS SUELOS TECNICA M.F. MORGAN							P.H.
	Calcio	Potasio	Magnesio	Maganeso	Fósforo	Nitrógeno Nitrico	Nitrógeno Amoniácal	
Pozo No.1 Prof. 0-30	Medio	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Medio alto	Medio	6.5
" " " 30-60	Medio alto	Bajo	Medio alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	6.0
" " " 60-90	Medio alto	Bajo	Medio alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	6.0
Pozo No.2 Prof. 0-30	Medio alto	Medio alto	Medio alto	Bajo	Bajo	Medio alto	Medio	6.5
" " " 30-60	Medio alto	Bajo	Medio alto	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	6.5
" " " 60-90	Medio alto	Bajo	Medio alto	Bajo	Bajo	Medio	Medio	6.5
Pozo No.3 Prof. 0-30	Medio alto	Medio alto	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Medio	6.8
" " " 30-60	Medio alto	Medio	Medio alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	6.8
" " " 60-90	Medio alto	Medio	Medio alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	6.5
Pozo No.4 Prof. 0-30	Medio alto	Medio	Alto	Bajo	Bajo	Medio	Medio	6.8
" " " 30-60	Medio alto	Medio alto	Medio alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	6.5
" " " 60-90	Medio alto	Alto	Medio alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	6.5

CUADRO No. 2

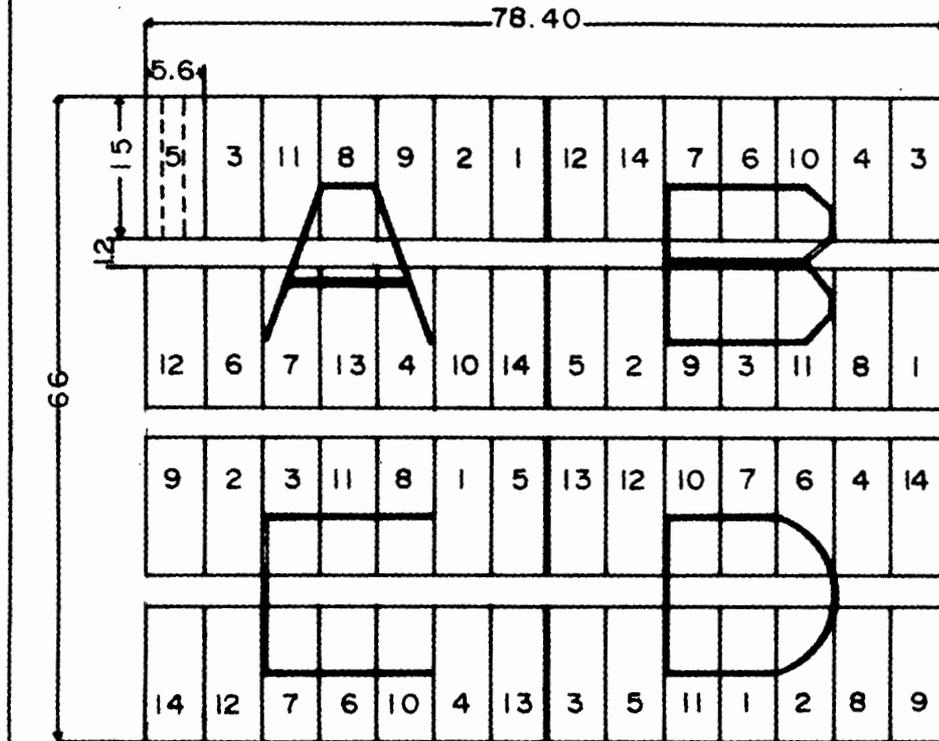
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS  
HIDRAULICOS  
DISTRITO DE RIEGO No. 94 - EDO. DE -  
JALISCO

ANALISIS FISICO DE SUELOS

Descripción de Muestra	T E X T U R A				Características de retención de Humedad				
	% arena	% limo	% arcilla	clasificación	Humedad equivalente	% de saturación	Capacidad de campo	P.M.P.	Humedad aprovechable
Pozo No.1 Prof. 0-30	33.42	30.00	36.58	Migajón Arcilloso	30.50	53.80	25.00	12.50	12.50
" " " 30-60	23.42	51.00	25.58	Migajón Limoso	28.00	67.60	31.40	15.70	15.50
" " " 60-90	23.42	51.00	25.58	Migajón Limoso	28.00	60.40	27.50	13.70	13.80
Pozo No.2 Prof. 0-30	28.42	42.00	29.58	Migajón Arcilloso	29.00	56.90	26.50	13.20	13.20
" " " 30-60	38.42	34.00	27.58	Franco	26.50	54.40	25.40	12.70	12.70
" " " 60-90	47.42	31.00	21.58	Franco	22.00	51.80	24.00	12.00	12.00
Pozo No.3 Prof. 0-30	36.26	36.08	27.66	Franco	26.00	51.60	24.90	12.40	12.50
" " " 30-60	29.26	41.08	29.66	Migajón Arcilloso	29.00	53.10	27.10	13.50	13.60
" " " 60-90	26.26	36.08	37.66	Migajón Arcilloso	34.00	56.10	29.60	14.80	14.80
Pozo No.4 Prof. 0-30	28.86	38.28	32.86	Migajón Arcilloso	30.50	56.00	28.40	14.20	14.20
" " " 30-60	26.86	34.38	38.86	Migajón Arcilloso	32.50	54.70	27.90	13.90	14.00
" " " 60-90	44.86	29.28	25.86	Franco	23.50	45.60	24.50	12.20	12.30

NOTA: Métodos + Directo . Girasol  
- Columna x Mitad de C.C.

Fig. 7 DISEÑO EXPERIMENTAL



Tratamientos

- 1- 00 00 00
- 2- 00 60 00
- 3- 00 120 00
- 4- 60 30 00
- 5- 60 90 00
- 6- 120 00 00
- 7- 120 60 00
- 8- 120 120 00
- 9- 180 30 00
- 10- 180 90 00
- 11- 240 00 00
- 12- 240 60 00
- 13- 240 120 00
- 14- 120 60 60

herir las yemas. Por último se procedió a fertilizar y tapar.

#### VI.6. VARIEDAD EMPLEADA.

La variedad utilizada fue la B 34-39, de la cual se han obtenido -- buenos resultados en la zona.

#### VI.7. CARACTERISTICAS DE LA VARIEDAD.

Talos morados, erectos, gruesos y cilíndricos, de amacollo regular, buen sistema radicular, ligeramente susceptible al acame, buen despaje, es casa floración, de madurez intermedia, buen soqueo, resistencia a plagas y enfermedades, buenos rendimientos de campo. Prospera mejor en suelos - francos con alturas de 300 a 900 metros sobre el nivel del mar.

#### VI.8. NIVELES DE NUTRIENTES POR ENSAYAR.

Conociendo que el nitrógeno, fósforo y potasio, son los más importantes y necesarios para la caña de azúcar, serán estos los elementos que - ensayaremos.

Esto se realiza para conocer la respuesta del cultivo a la aplicación de estos elementos en base a los rendimientos de campo y fábrica.

Por consiguiente, como se anota al principio de este capítulo se anotarán los tratamientos que se ensayaron:

Cantidades de Nutriente en Kg/Ha.			
No. de tratamiento	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
1	00	00	00
2	00	60	00
3	00	120	00
4	60	30	00
5	60	90	00
6	120	00	00
7	120	60	00
8	120	120	00
9	180	30	00
10	180	90	00
11	240	00	00
12	240	60	00
13	240	120	00
14	120	60	60

#### VI.9. CALCULO DE FERTILIZANTES.

Los cálculos de fertilizantes se realizaron de acuerdo a la cantidad de elemento activo en el producto, tomando como fuente de nitrógeno-Sulfato de Amonio 20.5%; de fósforo, superfosfato simple; y para el potasio cloruro de potasio al 60.0%.

Los cálculos se realizaron con la fórmula siguiente:

$$\text{Cantidad de fertilizante} = \frac{\text{dosis de nutrimento por hectárea} \times \text{superficie de parcela o surco}}{10\ 000} \times \frac{1}{\text{cantidad de nutriente en 1Kg de fertilizante}}$$

Al total de pesadas por fórmula se le incrementa un 5%.

En el siguiente cuadro se anotan las cantidades de fertilizante para cada tratamiento.

Cantidades de fertilizante en Kg/parcela y surco								
Tratamiento	Nitrógeno		Fósforo		Potasio			
	S	P	S	P	S	P		
00 00 00	00	00	00	00	00	00		
00 60 00	00	00	0.570	2.282	00	00		
00 120 00	00	00	1.141	4.565	00	00		
60 30 00	0.570	2.280	0.285	1.141	00	00		
60 90 00	0.570	2.280	0.855	3.424	00	00		
120 00 00	1.141	4.560	00	00	00	00		
120 60 00	1.141	4.560	0.570	2.282	00	00		
120 120 00	1.141	4.560	1.141	4.560	00	00		
180 30 00	1.712	6.848	0.285	1.141	00	00		
180 90 00	1.712	6.848	0.855	3.424	00	00		
240 00 00	2.282	9.131	00	00	00	00		
240 60 00	2.282	9.131	0.570	2.282	00	00		
240 120 00	2.282	9.131	1.141	4.560	00	00		
120 60 00	1.141	4.560	0.570	2.282	00.195	00.780		

NOTA: S= Surco y P= Parcela

#### VI.10. LABORES DE CULTIVO.

La parta del tallo que queda en el terreno después del corte, es -  
la base desde la cual saldrán los nuevos brotes que formaran los tallos-

molederos de la siguiente cosecha. Las socas y resocas necesitan recibir labores de cultivo adecuadas a las características del ciclo.

#### VI.10.1. DESTRONCONE O REBOTE.

Como en la cosecha anterior quedaron tallos altos (5-2cm) es indispensable hacer esta labor, para que los tallos nuevos broten de las yemas que están por debajo de la superficie, condición que los hace más vigorosos; cuando germinan yemas descubiertas dan lugar a mamones y lalás que no producen azúcar, porque se caen.

Esta actividad también es una medida preventiva contra las plagas.

#### VI.10.2. ELIMINACION DE LA BASURA.

Los troncones y hojaresca que queda cubriendo el campo después de la cosecha, representan una buena cantidad de materia orgánica; pero pueden tener también huevecillo o pequeñas larvas de insectos dañinos. Por lo anterior se puede picar e incorporar al terreno agragando volatón y sulfato de amonio, este último para acelerar la descomposición de los residuos. Cuando no se dispone de maquinaria adecuada, es recomendable juntarse y quemarse antes de la siguiente labor. En nuestro caso se realizó esta última.

#### VI.10.3. PASO DE CINCELES.

Como consecuencia de la cosecha, del transporte de la caña a el batey el suelo se compacta debido al paso de los vehículos, por lo cual se

procedio a dar un paso de cinceles a una profundidad de 30 a 40 cm, para aflojar el suelo y para que las demás labores sean más eficientes.

#### VI.10.4. DESCARNE.

Con esta labor se pretende cortar las raíces viejas y promover la formación del nuevo sistema radicular; para recortar la hilera de cepas y que el surco este siempre definido.

#### VI.10.5. FERTILIZACION.

La fertilización se realizó en forma manual a los lados de las hileras de las cepas, pero cuando se cuenta con maquinaria es más recomendable aplicarlo con esta ya que al realizar esta actividad se afloja más el suelo, además de levantar un poco el surco, para que los riesgos sean más eficientes.

Por lo que respecta a las escardas aproques y de saporques estas fueron realizadas de acuerdo a la incidencia de malezas, siendo para este caso una escarda y un aproque. El desaporque fue realizado antes de la segunda fertilización, procediéndose después a realizar un aproque para levantar un poco más el surco.

#### VI.10.6. APLICACION DE HERBICIDAS.

La aplicación de este producto se realiza cuando las malas hierbas se encontraban en su período de crecimiento rápido el cual ocurre gene--

ralmente cuando tienen de 10 a 15 cm. de altura. Las aplicaciones se hicieron por las mañanas y en días despejados. Las mezclas se llevaron a cabo en tambos de 200 litros ya que aproximadamente se requieren 400 litros/ha. si se realiza la aplicación con aspersoras de mochila; si la aplicación se hace con un aguilón montado en un tractor se requieren 200 litros/ha.; y si la aplicación es área el volumen necesario es de 80 a 100 litros/ha.

Los productos utilizados en esta labor de acuerdo al tipo de hierbas que se encontraron, siendo estas hierbas de hoja ancha y gramíneas anuales. Los herbicidas que se aplicaron por hectáreas fueron: 2 Kg. de Karmex; más dos litros de Hierbamina, y para aumentar el poder de fijación y la penetración de la mezcla en la hoja, se le agregó un litro de Surfactante, el cual puede ser substituido por 1 Kg. de detergente cualquiera.

#### VI.10.7. RIEGOS.

Se requirieron 9 riegos con un espesor aproximado de la lámina neta de 10 cm por riego. Para determinar la cantidad de agua que requería el cultivo se recurrió a las experiencias de los cañicultores de la región y del técnico del IMPA en esa zona:

#### VI.11. TOMA DE ALTURAS.

A partir del primer mes hasta los 14 meses de edad se midieron las alturas de las cañas. Esta medición se realizó al azar, midiendo los ta-

llos desde la base hasta la última lígula visible.

#### VI.12. MUESTREO DE TALLOS.

De los surcos laterales a la parcela útil se tomaron al azar cuatro cañas molederas de cepas diferentes. Esto fue realizado para cada tratamiento en cada una de las repeticiones, antes de cosechar.

#### VI.13. ANALISIS ESTADISTICO.

Para la realización de este se utilizó el paquete SAS (Statistical-Análisis System) descrito en el Instructivo para el análisis de los Experimentos con Caña de Azúcar; Editado por la Comisión Nacional de la Industria Azucarera y el Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar, y realizado por el Dr. Angel Martínez Garza (1976). En el capítulo de Resultados se expondrá en forma breve este, marcando los pasos seguidos.

Se utilizó este paquete (SAS) con la finalidad de proporcionar en forma somera la manera de como se realiza el análisis estadístico por medios computacionales (Realizados en el Centro de Procesamiento Electrónico de la Comisión Nacional de la Industria Azucarera.)

#### VI.14. ANALISIS DE REGRESION PARA LAS CURVAS DE CRECIMIENTO.

Este análisis pretende fundamentalmente encontrar la dependencia -

de  $Y$  con respecto de  $X$ , además de predecir  $Y$  partiendo de  $X$ , para así -- lograr conocer los efectos de los fertilizantes en el desarrollo del cultivo a través del tiempo. La forma del análisis se obtuvo del texto de - Métodos Estadísticos de Snedecor y Cochran. Este se describirá en el capítulo de Resultados con un ejemplo numérico. Se utilizó un método corto, para la utilización de calculadora.

## C A P I T U L O VII.

### RESULTADOS

Todo trabajo de experimentación agrícola requiere de su respectiva evaluación estadística, para generar en base a éste las recomendaciones pertinentes para la utilización práctica de los resultados obtenidos.

#### VII.1. ANALISIS ESTADISTICO.

El análisis de los experimentos de fertilización se realizan en -- dos partes. La primera consiste en examinar el experimento, construyendo el análisis de varianza; los tratamientos son las diferentes fórmulas de fertilizante empleadas. La segunda parte considera la estructura factorial de los tratamiento, haciéndose énfasis en la estimación de una función de respuesta, por métodos de regresión múltiple. Al realizar la segunda parte, la suma de cuadrados debida a los tratamientos se dividirá en dos componentes, una debida a la regresión y otra debida a la desviación de la regresión.

**Cuadro No. 3 RENDIMIENTOS DE CAÑA EN Kg/PARCELA**

Fecha de Cosecha Marzo 25 de 1978 Variedad B 34 39 Edad 14 Meses

Sup. Parcela Util 39 mts

Ciclo Soca

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	A	B	C	D		
00 00 00	336	410	23450	239.50	12 20.00	305.00
00 60 00	326	390.50	278.00	163.00	1157.50	289.38
00 120 00	246.00	343.50	263.50	381.00	1234.00	308.50
60 30 00	483.50	356.50	351.50	407.50	1599.00	399.75
60 90 00	380.00	428.00	423.00	425.00	1656.00	414.00
120 00 00	607.50	483.50	440.50	626.50	2158.00	539.50
120 60 00	660.50	520.00	469.00	669.50	2319.00	579.75
120 120 00	543.00	570.00	618.50	466.50	2198.00	549.50
180 30 00	521.00	502.00	681.00	537.00	2241.00	560.25
180 90 00	654.00	582.50	625.00	570.50	2432.00	608.00
240 00 00	628.50	607.50	763.00	682.50	2681.50	670.38
240 60 00	760.00	666.50	602.50	636.50	2665.50	666.38
240 120 00	630.00	692.50	720.50	475.00	2518.00	629.50
120 60 60	644.50	493.00	494.00	698.00	2329.00	582.38

Cuadro No. 4 RENDIMIENTOS DE CAÑA EN Ton/Ha

Fecha de Cosecha Marzo 25 de 1978 Variedad B 34 39

Edad 14 Meses

Ciclo Soca

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	A	B	C	D		
00-00-00	86.15	105.13	60.13	61.41	312.82	78.21
00-60-00	83.59	100.13	71.28	41.79	296.79	74.20
00-120-00	63.08	88.08	67.56	97.69	316.41	79.10
60-30-00	123.97	91.41	90.13	104.49	410.00	102.50
60-90-00	97.44	109.74	108.46	108.97	424.61	106.15
120-00-00	155.77	123.97	112.95	160.64	553.33	138.33
120-60-00	169.36	133.33	120.26	171.67	594.62	148.66
120-120-00	139.23	146.15	158.59	119.62	563.59	140.90
180-30-00	133.59	128.72	174.62	137.69	574.62	143.66
180-90-00	167.69	149.36	160.26	146.28	623.59	155.90
240-00-00	161.15	155.77	195.64	175.00	687.56	171.89
240-60-00	194.87	170.90	154.49	163.21	683.47	170.87
240-120-00	161.54	177.56	184.74	121.79	645.73	161.41
120-60-60	165.26	126.41	126.67	178.97	597.31	149.35
Suma	1902.69	1806.66	1785.78	1789.22	7284.35	1821.13

## VII. 1.1 Preparación de la información.

Una vez que el experimento fue cosechado y que la información ha sido recabada, se realiza el primer paso del análisis estadístico. Es decir, para cada característica estudiada se construye el cuadro de análisis de varianza.

En el cuadro No. 3 y 4 se presentan los rendimientos de campo en Kg/parcela y Tns./Ha. siendo indiferente la utilización de cualquiera de estas para el análisis. Para este trabajo se utilizará la tabla de rendimientos en toneladas/hectárea.

De acuerdo a la metodología se realizaron las siguientes operaciones:

Cálculo del Factor de Corrección:

$$FC = \frac{G^2}{t} = \frac{7284.35}{56} = 947,531.34$$

Cálculo de la Suma de Cuadrados Totales:

$$SC_{\text{totales}} = \frac{(86.15)^2 + (83.59)^2 + \dots + (178.97)^2}{4} = 80,894.45$$

Cálculo de la Suma de Cuadrados de Bloques:

$$SC_{\text{bloques}} = \frac{(1902.69)^2 + (1806.66)^2 + \dots + (1789.22)^2}{14} = 652.09$$

Cálculo de la Suma de Cuadrados de Tratamientos:

$$SC_{\text{trat.}} = \frac{(312.82)^2 + (296.79)^2 + \dots + (597.31)^2}{4} = 63,561.23$$

Cálculo de la Suma de Cuadrados del Error:

$$SC_{\text{Error}} = SC_{\text{totales}} - SC_{\text{bloques}} - SC_{\text{tratamientos}} = 16,681.13$$

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS RENDIMIENTOS DE CAMPO.

FV	G.L.	SC	CM	$F_c$	$F_t$	
					0.05	0.01
Rep.	3	652.0913	217.36376	0.50819NS	2.85	4.33
Trat.	13	63,561.2316	4,889.37551	11,431101**	2.01	2.55
Error	39	16,681.1193	427.72101			
Total	55	80,894.4422	1470.808182			

Nota:

NS = No significativo. \*\* Altamente significativo

Puesto que el efecto de tratamientos es significativo tanto al 5% como al 1%, se investigaran que factores de los ensayos son responsables de este efecto. Por lo tanto se procede a la realización de la segunda parte del análisis estadístico, partiendo la suma de cuadrados debida a tratamientos, en dos componentes: la debida a la regresión y la debida a la desviación de la regresión.

La preparación de los datos para aplicar los métodos de regresión, requiere de la construcción de la tabla No. 4. Para escribir los valores correspondientes a  $X_{i1}$ ,  $X_{i2}$  y  $X_{i6}$  se hace uso de la transformación  $X_{i1} = N_i$ ,  $X_{i2} = P_i$  y  $X_{i6} = K_i$ . Donde el índice  $i$  se refiere a la fórmula

ta o tratamiento que se considere y así dado que hay 14 fórmulas en este experimento, el índice  $i$  corre desde 1 hasta 14.  $X_{i3}$ ,  $X_{i4}$  y son los cuadrados respectivos de  $X_{i1}$ ,  $X_{i2}$ . La última columna de la tabla No. 4 son los promedios de los rendimientos.

Tabla No. 4 Tabla para cálculo de los lados derechos de las Ecuaciones Normales.

$i$	$X_{i1}$ $N_i$	$X_{i2}$ $P_i$	$X_{i3}$ $N_i^2$	$X_{i4}$ $P_i^2$	$X_{i5}$ $NP_i$	$X_{i6}$ $K_i$	$\bar{Y}_i$ Promedios Ton/Ha.
1	-	-	-	-	-	-	78.21
2	-	6	-	36	-	-	74.20
3	-	12	-	144	-	-	79.10
4	6	3	36	9	18	-	102.50
5	6	9	36	81	54	-	106.15
6	12	-	144	-	-	-	138.33
7	12	6	144	36	72	-	148.66
8	12	12	144	144	144	-	140.90
9	18	3	324	9	54	-	143.66
10	18	9	324	81	162	-	155.90
11	24	-	576	-	-	-	171.89
12	24	6	576	36	144	-	170.87
13	24	12	576	144	288	-	161.41
14	12	6	144	36	72	6	149.35

Nota: las dosis de N, P, K están dadas en unidades de 10 kg./Ha.

Haciendo uso de los resultados de la tabla No. 4 se obtiene sucesivamente:

$$h_1 = \sum_{i=1}^n y_i = 78.21+74.20+102.50+106.15+138.33+148.66+140.90+143.66 \\ +155.90+171.89+170.87+161.41+149.35 = 1\ 821.11$$

$$h_2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 = 78.21 \times 0.0 + 74.20 \times 0.0 + 79.10 \times 0.0 + 102.50 \times 6 + 106.15 \times 6 + 138.33 \\ \times 12 + 148.66 \times 12 + 140.90 \times 12 + 143.66 \times 18 + 155.90 \times 18 + 171.89 \text{ ---} \\ \times 24 + 170.87 \times 24 + 161.41 \times 24 + 149.35 \times 12 = 25\ 670.94$$

Se continúa realizándose este tipo de operaciones hasta encontrar  $h_7$ . Para la realización de éstas se multiplica la columna de los promedios por los valores de las columnas de N, P,  $N^2$ ,  $P^2$ , NP y K como se hizo notar anteriormente.

#### VII.1.2.CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE REGRESION.

Para el experimento los elementos de  $S^{qr}$  de la matriz inversa requeridos para estimar los coeficientes de regresión son dados en la tabla No. 5. Cada grupo de dos renglones de esta tabla, produce una hilera de la matriz inversa, en el lado derecho de la expresión matricial. Así por ejemplo los elementos de la primera hilera de la matriz inversa del diseño considerado, son:

$$S^{11} = 0.74178762, S^{12} = -0.05748883, S^{13} = 0.11497326.$$

$S^{16} = 0.01515152$ ; los de la segunda hilera son:

$$S^{21} = 0.05748663, S^{22} = 0.01426025, S^{2,6} = -0.00505051.$$

Tabla.5 MATRIZ INVERSA  
 STATISTICA ANALISIS SYSTEM  
 The X'X Inverse Matrix Rank= 7

U	U 0.741787682	N - 0.05748683	P - 0.11497326	N <sup>2</sup> 0.00108225
	P <sup>2</sup> 0.00432900	NP 0.00326797	K 0.01515152	
N	U -0.05748883	N 0.01426025	P -0.00124141	N <sup>2</sup> -0.00048476
	P <sup>2</sup> 0.00037578	NP -0.00027233	K -0.00505051	
P	U -0.11497328	N -0.00124141	P 0.05704100	N <sup>2</sup> 0.00018785
	P <sup>2</sup> -0.00387807	NP -0.0005466	K -0.1010101	
N <sup>2</sup>	U 0.00108225	N -0.00048475	P 0.00018789	N <sup>2</sup> 0.00002020
	P <sup>2</sup> -0.00001566	NP -0.00000000	K 0.00021044	
P <sup>2</sup>	U 0.00432900	N 0.00037578	P -0.00337807	N <sup>2</sup> -0.00001566

Continuación

Tabla.5 MATRIZ INVERSA  
STATISTICAL ANALISIS SYSTEM  
The X'X Inverse Matrix Rank = 7

	P <sup>2</sup>	NP	K	
	0.00032317	0.00000000	0.00024175	
NP	U	N	P	N <sup>2</sup>
	0.00326797	-0.00027233	-0.00054466	0.00000000
	P	NP	K	
	0.00000000	0.00004539	-0.00000000	
K	U	N	P	N <sup>2</sup>
	0.01515152	-0.00505051	-0.01010101	0.00021044
	P <sup>2</sup>	NP	K	
	0.00084175	-0.00000000	0.03535354	

Con los datos de la tabla No. 5 y los valores de  $h_1, h_2 \dots h_6$  que se obtienen como se indicó anteriormente se procede a el cálculo de los coeficientes de regresión.

Valores obtenidos para  $h_1, h_2, \dots, h_6$ .

$$U \quad h_1 = 1821.11$$

$$N \quad h_2 = 25 \ 670.94$$

$$P \quad h_3 = 10 \ 932.33$$

$$N^2 \quad h_4 = 478 \ 093.32$$

$$P^2 \quad h_5 = 97 \ 915.41$$

$$NP \quad h_6 = 153 \ 428.22$$

$$K \quad h_7 = 896,10$$

Para ilustrar la forma en que se lleva a cabo el cálculo de los coeficientes de regresión se hará el cálculo de  $\beta_0$ .

El valor de  $\beta_0$  esta dado por la fórmula:

$$\beta_0 = S^{-11} h_1 + S^{-12} h_2 + S^{-17} h_7$$

Primeramente se obtienen los productos parciales de esta fórmula (siendo igual para las demás  $\beta$  cambiando únicamente  $q^r$ )

---


$$\begin{aligned}
 S^{11}_{h_1} &= 1821.11 \times 0.74178762 = 1\,350.876853 \\
 S^{12}_{h_2} &= 25\,670.94 \times -0.05748683 = -1\,475.792306 \\
 S^{13}_{h_3} &= 10\,932.33 \times -0.11497328 = -1\,256.929118 \\
 S^{14}_{h_4} &= 478\,093.32 \times 0.00108225 = 517.4164956 \\
 S^{15}_{h_5} &= 97\,915.41 \times 0.00432900 = 423.8758099 \\
 S^{16}_{h_6} &= 153\,428.22 \times 0.00326797 = 501.3988201 \\
 S^{17}_{h_7} &= 896.10 \times 0.01515152 = 13.57727707
 \end{aligned}$$


---

$$\hat{\beta}_0 = \frac{n \cdot f}{\sum_{i=1}^n S^{1i}_{h_i}} = + 74.49722498$$


---

Nota: las sumas se realizan en forma algebraica.

Los valores obtenidos para las  $\beta$  son:

$$\begin{aligned}
 \hat{\beta}_0 &= 74.49722498 \\
 \hat{\beta}_1 &= 6.5382237 \\
 \hat{\beta}_2 &= 0.1696836 \\
 \hat{\beta}_3 &= 0.107090 \\
 \hat{\beta}_4 &= 0.046152 \\
 \hat{\beta}_5 &= 0.030172 \\
 \hat{\beta}_6 &= 2.2202652
 \end{aligned}$$

Con los resultados anteriores podemos expresar el rendimiento de caña estimado, y en toneladas por hectárea, como sigue:

$$\begin{aligned}
 y &= 74.49722498 + 6.5382237 N - 0.1696836 P - 0.107090 N^2 + 0.046152 P^2 - \\
 &\quad 0.030172 NP + 2.2202652 K
 \end{aligned}$$

## VII.1.4 Cálculo de la Suma de Cuadrados de la Regresión.

De acuerdo a la fórmula ésta es dada por:

$$\begin{aligned} \text{Sc Regresión} = r & (181.11 \times 74.40722498 + 25670.94 \times 6.5382237 + \\ & 10932.33 \times -0.1696836 + 478093.32 \times -0.107090 + \\ & 97915.41 \times 0.046152 + 153428.22 \times -0.030172 + \\ & 896.10 \times 2.2202652) - FC = 61790.71740207 \end{aligned}$$

puesto que  $r$ , el número de repeticiones, es igual a 4. Esta suma de cuadrados tendrá  $p=6$ , grados de libertad (el modelo completo contiene 7 parámetros, a saber:  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_6$ ; sin embargo, dado que la SCR regresión se ha corregido disminuyéndole el factor de corrección,  $FC$ , se dice que hay un grado de libertad perdido por el ajuste a la media).

Con los resultados obtenidos hasta aquí, podemos construir la tabla del análisis de varianza, donde se ha partido la suma de cuadrados debido a tratamiento.

Tabla Análisis de Varianza.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc
Repeticiones	3	659.09	217.36	0.50818292
Tratamientos	13	63561.23	4889.33	11.43114654
Regresión	6	61790.71740207	10298.4529	24.07755751
Desv. Reg.	7	1770.5126	252.93037	0.59134567
Error	39	16681.1193	427.72	
Total	55	80894.4422		

La SCDesviación de la regresión se obtiene restándole a la SCTra -  
tamientos la SCregresión.

## VII.2. SIGNIFICANCIA DE LOS COEFICIENTES DE REGRESION.

La importancia relativa de los coeficientes de regresión, puede --  
detectarse más o menos, a través de pruebas de t. Para realizar estas --  
pruebas se requiere del conocimiento de la estructura de covarianza de --  
los coeficientes de regresión estimados. Y así, puesto que nuestro aná--  
lisis se ha ejecutado con base a medidas de tratamiento, puede demos --  
trarse que la varianza del coeficiente de regresión  $\hat{\beta}_{i-1}$ , es dada por:

$$\text{Var} (\hat{\beta}_{i-1}) = \frac{S^{ii} \sigma^2}{r}, \quad 1 < i < p + 1,$$

donde  $S^{ii}$  es el elemento de la hilera i, columna i, de la matriz inver-  
sa y r es el número de repeticiones (bloque completos) del experimen-  
to. Similarmente, la covarianza entre dos coeficientes de regresión estima-  
dos, digamos  $\beta_{i-1}$  y  $\beta_{j-1}$ , es dada por:

$$\text{Cov} (\hat{\beta}_{i-1}, \hat{\beta}_{j-1}) = \frac{S^{ij} \sigma^2}{r}, \quad 1 \leq i, j \leq p + 1$$

donde  $S^{ij}$  es el elemento de la hilera i, columna j, de la matriz inver-  
sa. Substituyendo  $\sigma^2$  por  $s^2$ , el cuadrado medio del error del análisis-  
de varianza, cuya estructura general es dado en la tabla en las expre --  
siones anteriores, se obtienen estimaciones insesgadas para  $\widehat{\text{Var}} (\hat{\beta}_{i-1})$  y  
 $\widehat{\text{Cov}} (\hat{\beta}_{i-1}, \hat{\beta}_{j-1})$ . es decir:

$$\widehat{\text{Var}} (\hat{\beta}_{i-1}) = \frac{S^{ii} s^2}{r}$$

$$\widehat{\text{Cov}} (\hat{\beta}_{i-1}, \hat{\beta}_{j-1}) = \frac{S^{ij} s^2}{r}$$

donde  $\widehat{\text{Var}}(\hat{\beta}_{i-1})$  denota la varianza estimada de  $\hat{\beta}_{i-1}$ , y  $\widehat{\text{Cov}}(\hat{\beta}_{i-1}, \hat{\beta}_{j-1})$  denota la covarianza estimada entre  $\hat{\beta}_{i-1}$  y  $\hat{\beta}_{j-1}$

Con los resultados anteriores una prueba de t de la hipótesis  $H_0: \hat{\beta}_{i-1} = 0$  se realiza calculando la cantidad

$$\frac{\hat{\beta}_{i-1}}{\sqrt{\widehat{\text{Var}}(\hat{\beta}_{i-1})}} = \frac{\hat{\beta}_{i-1}}{\sqrt{\frac{S_{11} s^2}{r}}}$$

la cual, bajo la hipótesis se distribuye con una t de Student con los grados de libertad del error  $\{(r-1) - (t-1)\}$ . El valor dado por ésta se compara con las t de las tablas, al nivel de significancia deseado -- con los grados de libertad del error. Si el valor obtenido es mayor que la t tabulada se rechaza  $H_0$ ; si el valor obtenido es menor que t tabulada se acepta  $H_0$ .

A continuación se presentan los valores de la prueba de significancia para cada uno de los valores:

$$U = \frac{\beta_0}{\sqrt{\frac{S_{11} s^2}{r}}} = \frac{74.49722498}{\sqrt{\frac{0.7417862 \times 427.72}{4}}} = 8.364710932$$

$8.364710932 > t_{0.05} = 2.030$ ;  $t_{0.01} = 2.724$  se rechaza.

$$N = \frac{\beta_1}{\sqrt{\frac{S_{22} s^2}{r}}} = \frac{6.5382237}{\sqrt{\frac{0.01426025 \times 427.72}{4}}} = 5.294761744$$

$5.294761744 > t_{0.05} = 2.030$ ;  $t_{0.01} = 2.724$  se rechaza.

$$P = \frac{\beta 2}{\sqrt{\frac{s^{33} s^2}{r}}} = \frac{-0.1696836}{\sqrt{\frac{0.0570100 \times 427.72}{4}}} = 0.068706294$$

0.068706294 <  $t_{0.05} = 2.030$ ;  $t_{0.01} = 2.724$  se acepta.

$$N^2 = \frac{\beta 3}{\sqrt{\frac{s^{44} s^2}{r}}} = \frac{0.107090}{\sqrt{\frac{0.00002020 \times 427.72}{4}}} = 2.304217370$$

2.304217370 >  $t_{0.05} = 2.030$  se rechaza;  $t_{0.01} = 2,724$  se acepta.

$$P^2 = \frac{\beta 4}{\sqrt{\frac{s^{55} s^2}{r}}} = \frac{0.0003231 \times 427.72}{\sqrt{0.00033231 \times 427.72}} = 0.248270560$$

0.248270560 <  $t_{0.05} = 2.030$ ;  $t_{0.01} = 2,724$  se acepta

$$NP = \frac{\beta 5}{\sqrt{\frac{s^{66} s^2}{r}}} = \frac{0.030172}{\sqrt{0.00004539 \times 427.72}} = 0.433086079$$

0.433086079 <  $t_{0.05} = 2.030$ ;  $t_{0.01} = 2.724$  se acepta.

$$K = \frac{\beta 6}{\sqrt{\frac{s^{77} s^2}{r}}} = \frac{2.2202652}{\sqrt{0.03535354 \times 427.72}} = 1.141927719$$

1.141927719 <  $t_{0.05} = 2.030$ ;  $t_{0.01} = 2.724$ . se acepta.

## VII.3. OBTENCION DE LA REGRESION DE MUESTRA DE Y en X.

Para la realización de ésta se procede primeramente al trazo de una gráfica con los valores reales de Y y X; en donde la variable X se trazan a lo largo del eje horizontal. Los valores de la dependiente Y se indican con un pequeño círculo o punto visible. Para este caso los valores de X estuvieron dados por la edad y los de Y por la altura.

Seguidamente se procede al cálculo de la recta de regresión; para lo cual se realizara un ejemplo numérico, con los valores del tratamiento 240-00-00.

Cálculo de la regresión para la curva de crecimiento del tratamiento: 240-00-00.

## Valores reales de X y Y.

X	Y	X	Y
1	9.3	8	218.95
2	16.6	9	264.62
3	24.13	10	283.62
4	45.25	11	288.06
5	90.81	12	295.87
6	146.12	13	300.18
7	159.87	14	298.25

$$X = 105.00$$

$$Y = 2441.63$$

$$n = 14$$

$$\bar{X} = 7.5$$

$$\bar{Y} = 174.40$$

$$XY = 24512.07$$

$$X^2 = 1015.00$$

$$Y^2 = 606129.66$$

$$(\sum X)(\sum Y)/n = 18312.23$$

$$\frac{(\sum X)^2}{n} = 787.50$$

$$\frac{(\sum Y)^2}{n} = 425825.50$$

$$\sum X^2 = 227.50$$

$$\sum Y^2 = 180304.10$$

$$\sum xy = 6199.84$$

Nota. Los valores de  $X^2$ ,  $Y^2$ ,  $xy$  se obtienen restando las dos últimas cantidades de cada columna.

Con los valores anteriormente obtenidos se procede a el cálculo -- del coeficiente de regresión de muestra:  $b$ .

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{6199.84}{227.50} = 27.25$$

Este valor obtenido nos indica que hay un aumento de altura de -- + 27.25 cm/mes.

Para graficar la recta de regresión tenemos que calcular los valores de  $\hat{Y}$ , además del valor de  $b_0$  para obtener el punto de partida de la recta. Este valor se calcula partiendo de la siguiente expresión:

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 (\bar{X})$$

$$b_0 = 174.40 - 27.25(7.5)$$

$$b_0 = - 29.98$$

Calculo de  $\hat{Y}$ . Este se calcula por medio de la expresión siguiente:

$$\hat{Y}_1 = \bar{Y} + b_1 (X_1 - \bar{X})$$

$$Y_1 = 174.40 + 27.25 (1-7.5)$$

$$Y_1 = - 2.74$$

Los cálculos son idénticos hasta encontrar  $\hat{Y}_{14}$ ; cambiando únicamente el valor de  $X$ , y el cual correra de 1 hasta la 14.

Los valores obtenidos de  $\hat{Y}_1$  hasta  $\hat{Y}_{14}$  son:

$$\begin{array}{ll}
 \hat{Y}_1 = -2.74 & \hat{Y}_8 = 189.01 \\
 \hat{Y}_2 = 24.51 & \hat{Y}_9 = 215.26 \\
 \hat{Y}_3 = 51.76 & \hat{Y}_{10} = 242.51 \\
 \hat{Y}_4 = 79.01 & \hat{Y}_{11} = 269.76 \\
 \hat{Y}_5 = 106.26 & \hat{Y}_{12} = 297.01 \\
 \hat{Y}_6 = 133.51 & \hat{Y}_{13} = 324.26 \\
 \hat{Y}_7 = 160.76 & \hat{Y}_{14} = 351.51
 \end{array}$$

Con los valores anteriormente obtenidos, se procede a la graficación de la recta de regresión.

Las desviaciones de la regresión:  $Y - \hat{Y} = d_{y.x}$  miden lo que falla la línea en ajustarse a los datos.

La suma de cuadrados de las desviaciones  $\sum d_{y.x}^2$  las obtenemos de la siguiente manera:

$$\sum d_{y.x}^2 = \sum y^2 - (\sum xy)^2 / \sum x^2 = 11345.79$$

Esta es una base en la estimada del error en el ajuste de la línea.

Para obtener la desviación cuadrada media de la regresión se utiliza la siguiente notación:

$$S_{y.x}^2 = \sum d_{y.x}^2 / (n-2)$$

$$S_{y.x}^2 = 11345.79 / 12 = 945.48$$

La desviación standar de muestra de regresión está dada por:

$$S_{y.x} = \sqrt{S_{y.x}^2} = 30.75 \text{ unidades de crecimiento.}$$

Esto es válido para problemas con una sola variable, como el presente, el cual provee una desviación de muestra del coeficiente de regresión:

$$S_b = S_{y.x} \sqrt{\frac{1}{\sum x^2}} = 2.04 \text{ unidades de crecimiento con } (n-2) = 12 \text{ g.l.}$$

Una prueba de significancia está dada por:

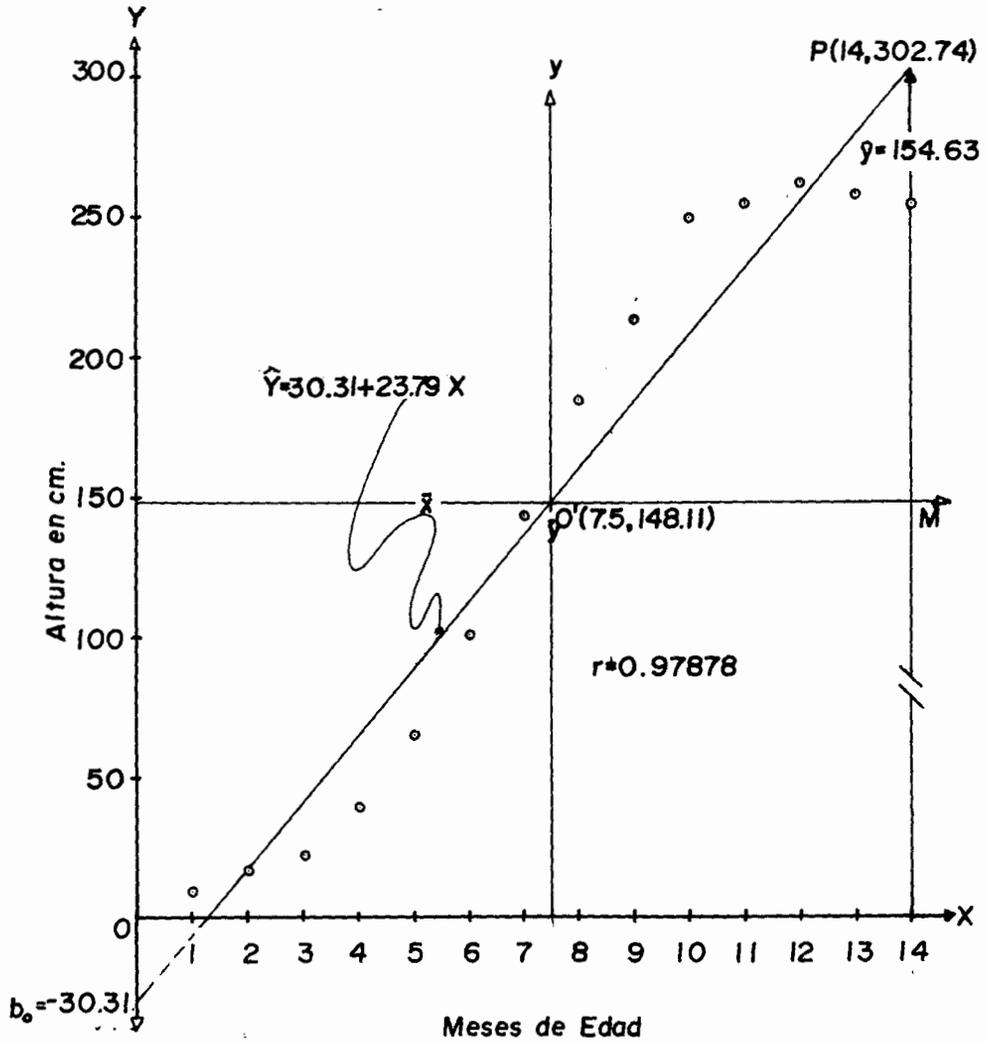
$t = b/S_b$ , g.l. =  $n-2$ ; aplicando esto a la curva de crecimiento tenemos:

$$t = 27.75/2.04 = 13.36, \text{ g.l.} = 12.$$

En las siguientes páginas se presentan las gráficas de la regresión de la altura sobre la edad para los 14 tratamientos.

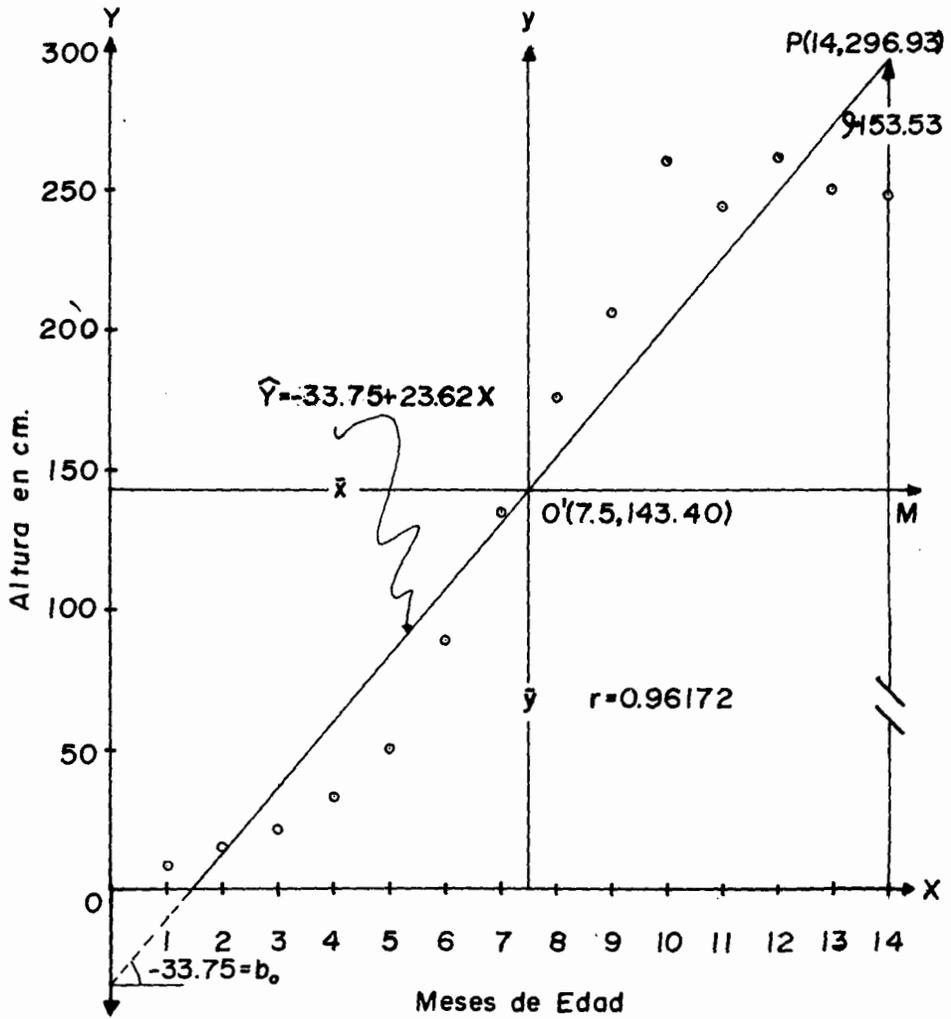
# REGRESION DE LA ALTURA SOBRE LA EDAD

Tratamiento: 00-00-00



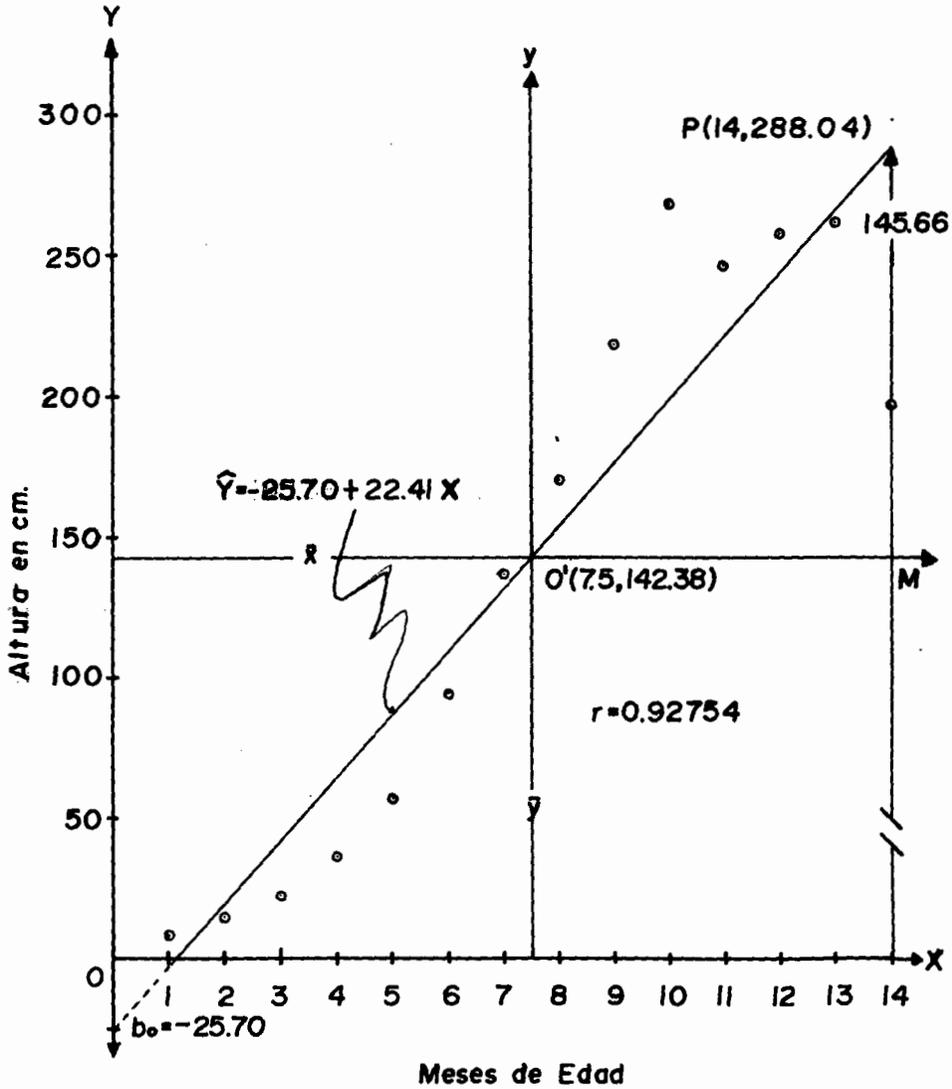
# REGRESION DE LA ALTURA SOBRE LA EDAD

Tratamiento: 00 60 00



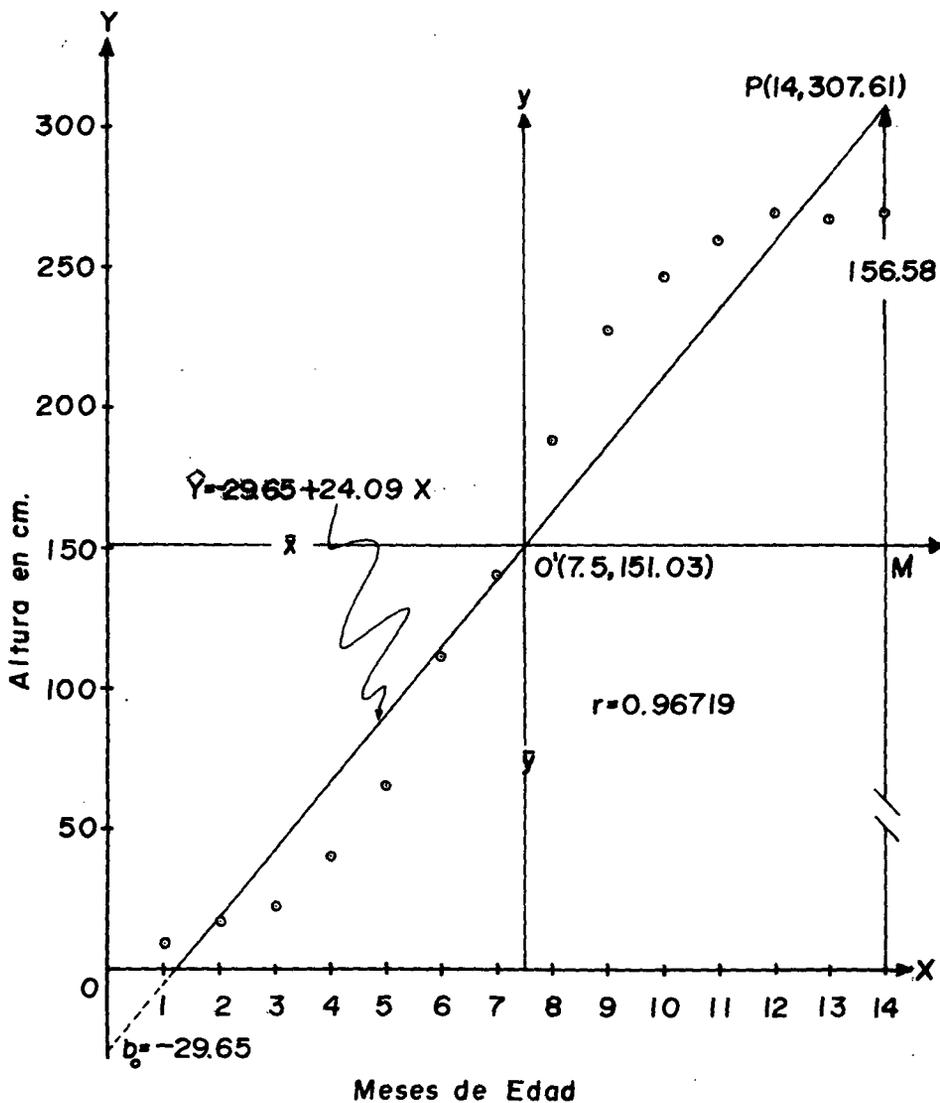
# REGRESION DE LA ALTURA SOBRE LA EDAD

Tratamiento: 00 I20 00



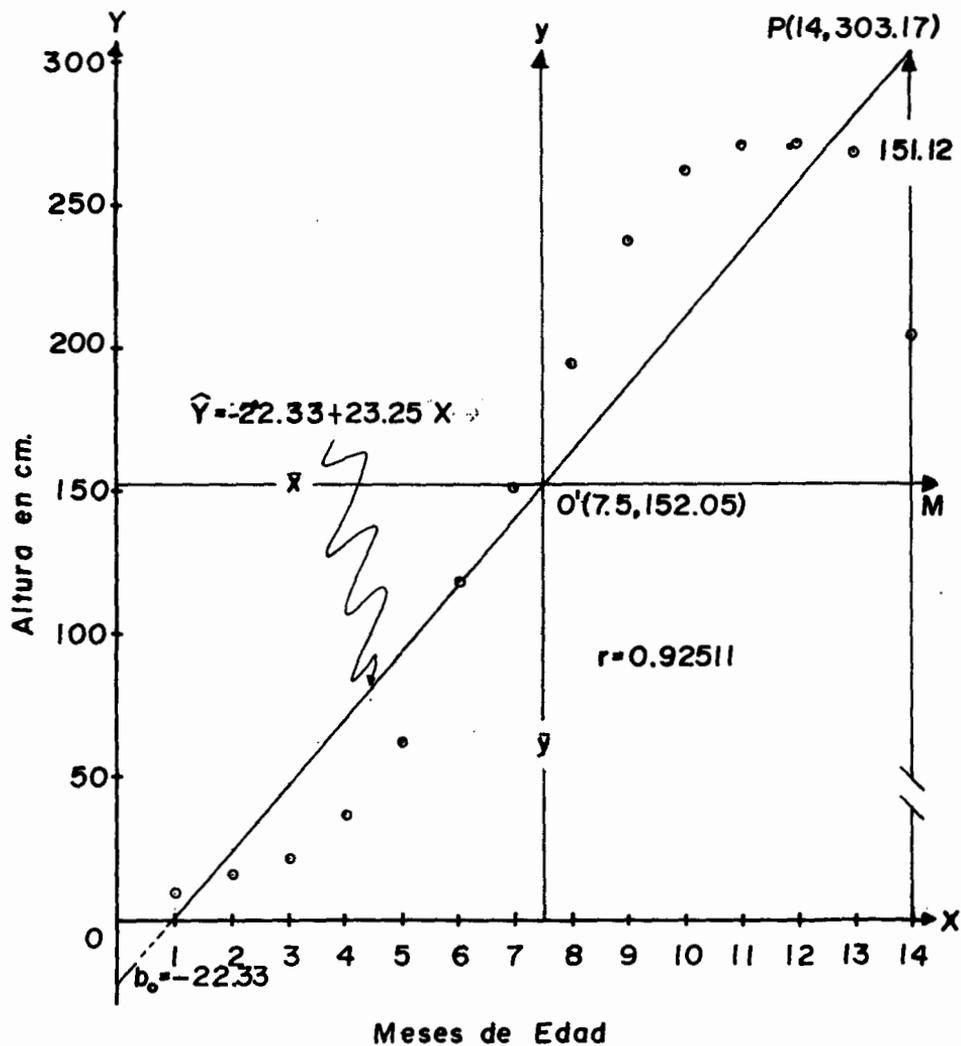
# REGRESION DE LA ALTURA SOBRE LA EDAD

Tratamiento: 60 30 00



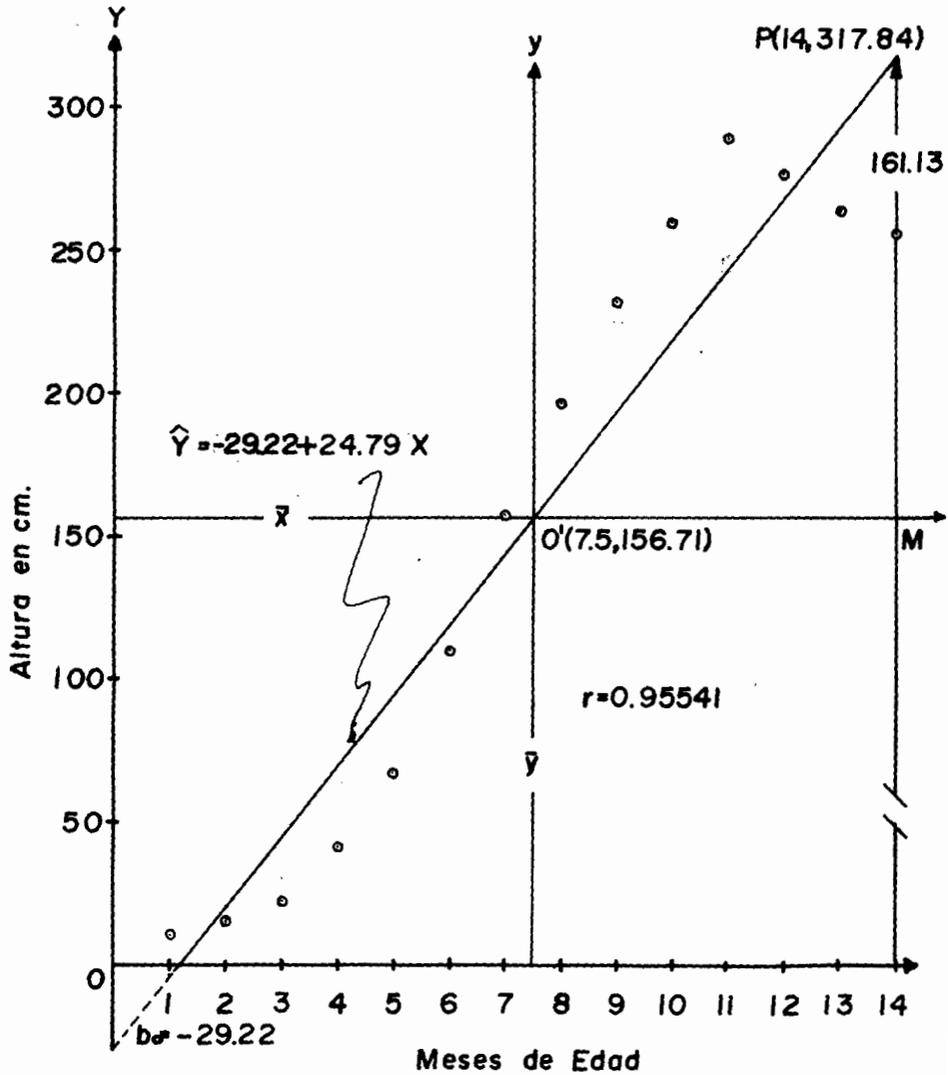
# REGRESION DE LA ALTURA SOBRE LA EDAD

Tratamiento: 120 00 00



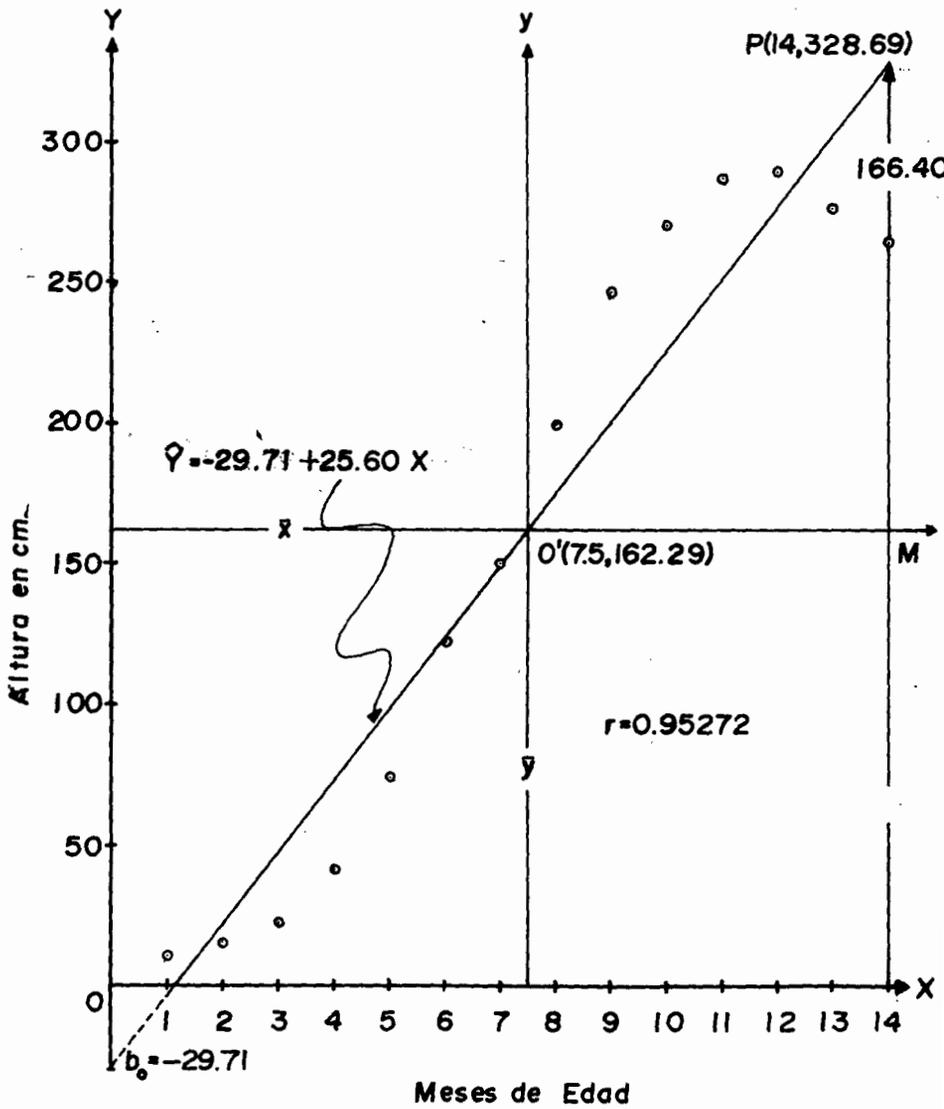
# REGRESION DE LA ALTURA SOBRE LA EDAD

Tratamiento: 60 90 00



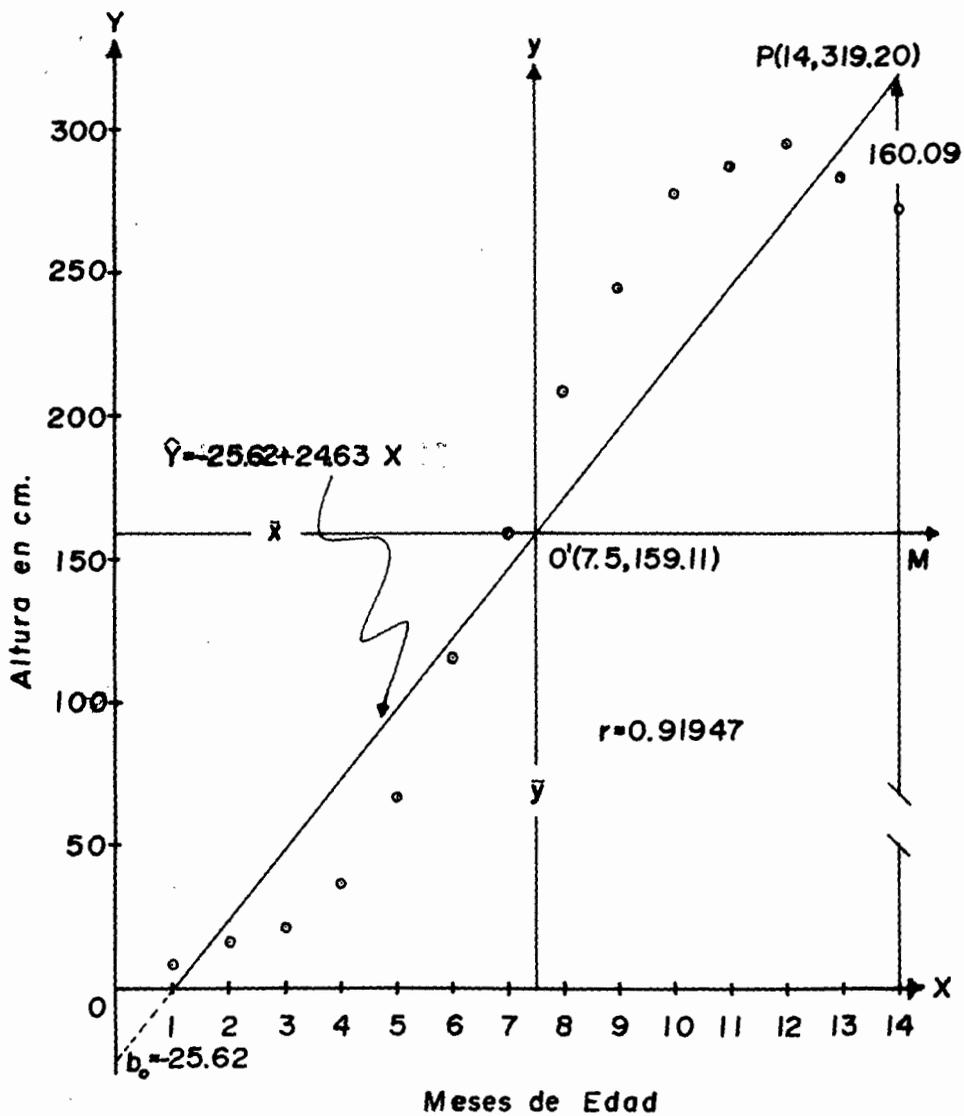
# REGRESION DE LA ALTURA SOBRE LA EDAD

Tratamiento: 120 60 00



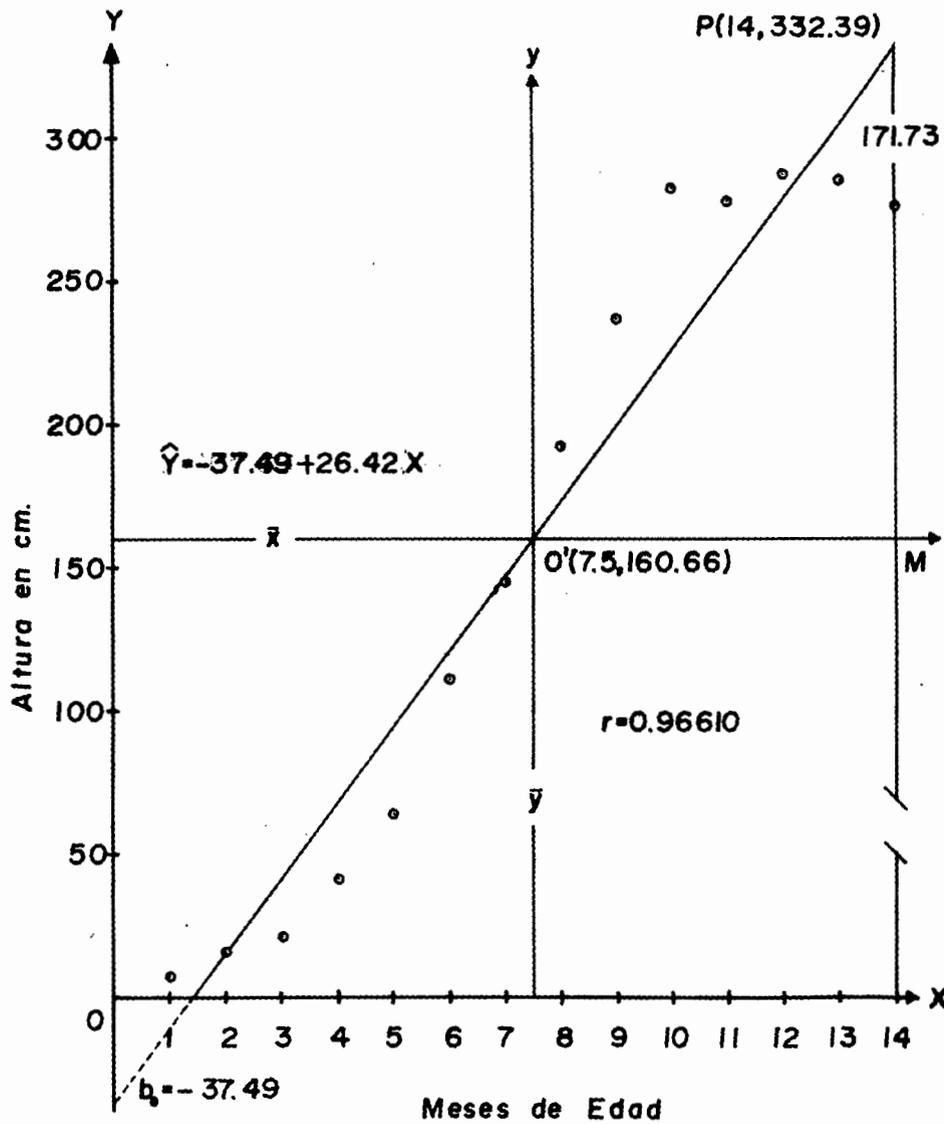
# REGRESION DE LA ALTURA SOBRE LA EDAD

Tratamiento: 120 120 00



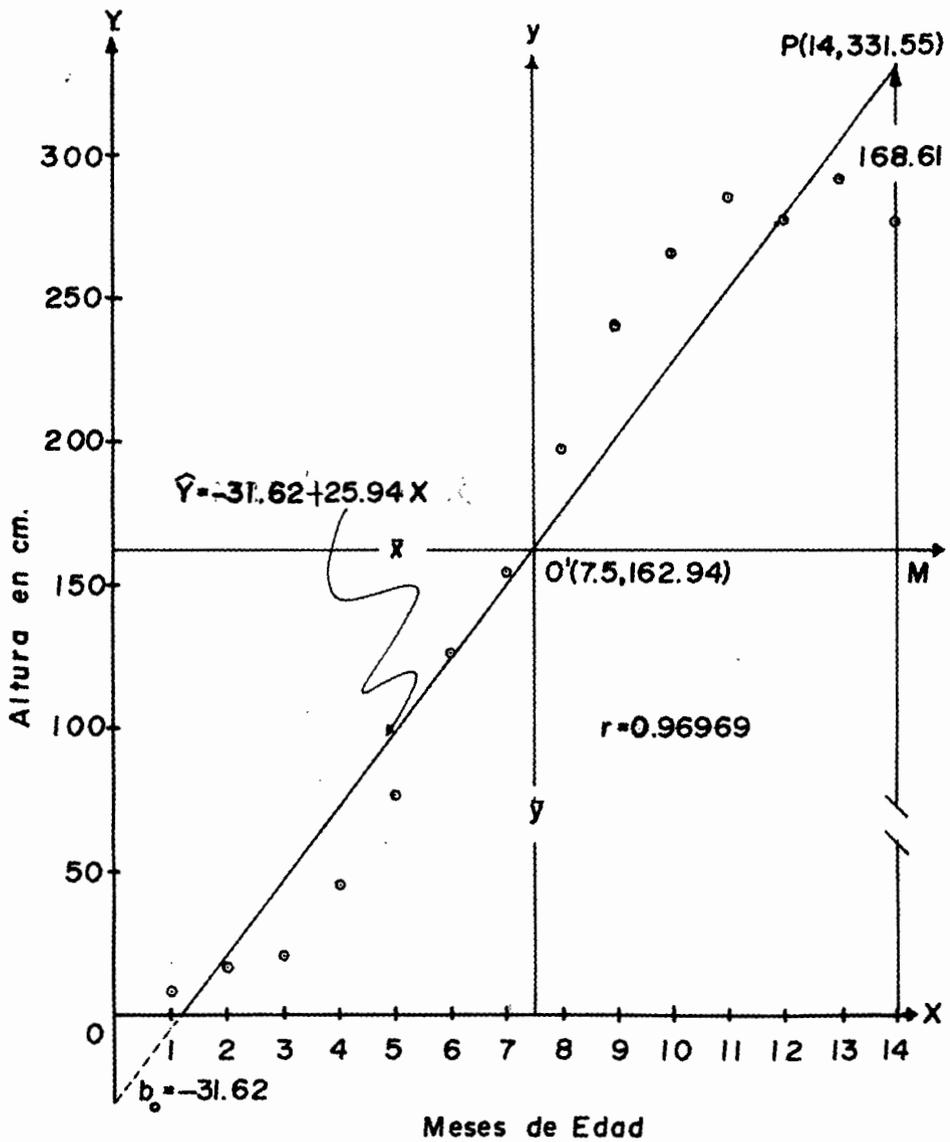
# REGRESION DE LA ALTURA SOBRE LA EDAD

Tratamiento: 180 30 00



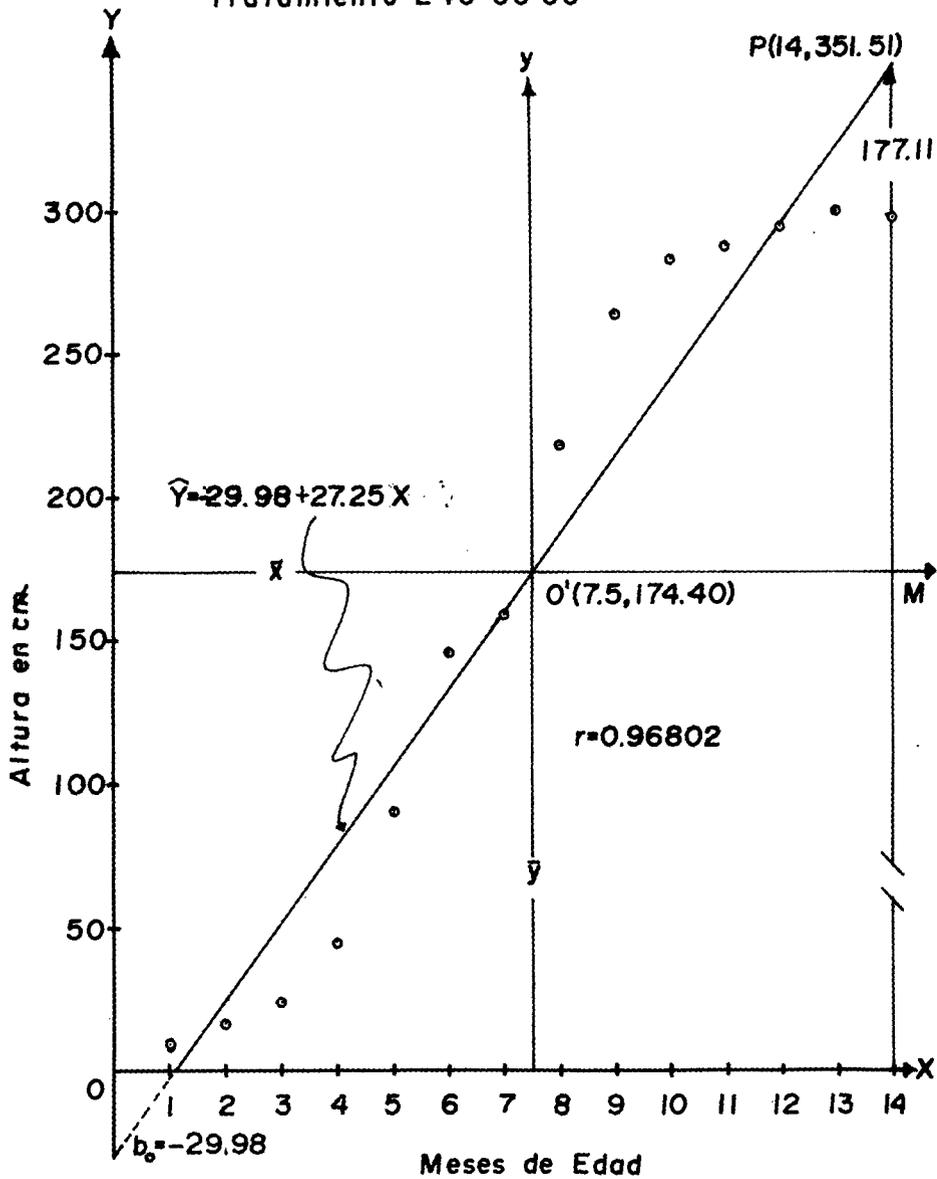
# REGRESION DE LA ALTURA SOBRE LA EDAD

Tratamiento: 180 90 00



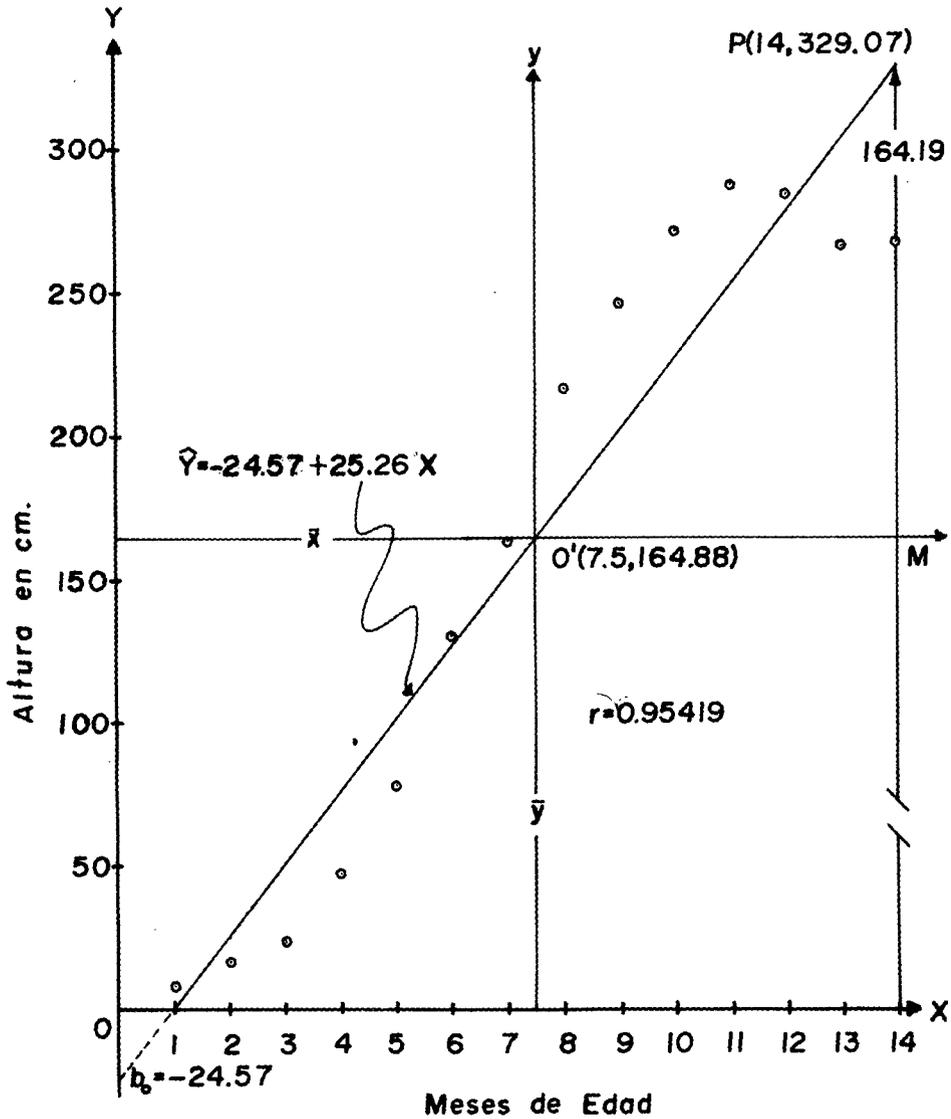
# REGRESION DE LA ALTURA SOBRE LA EDAD

Tratamiento: 240 00 00



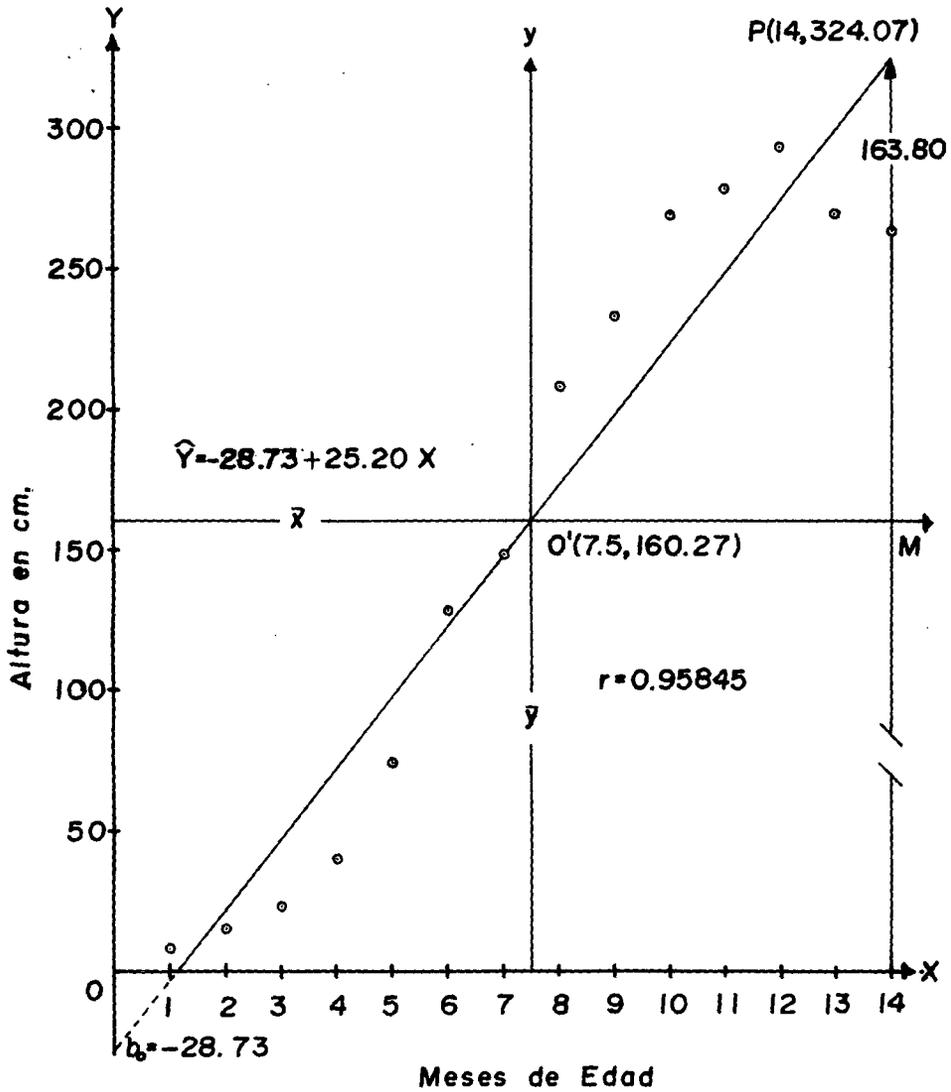
# REGRESION DE LA ALTURA SOBRE LA EDAD

Tratamiento: 240 60 00

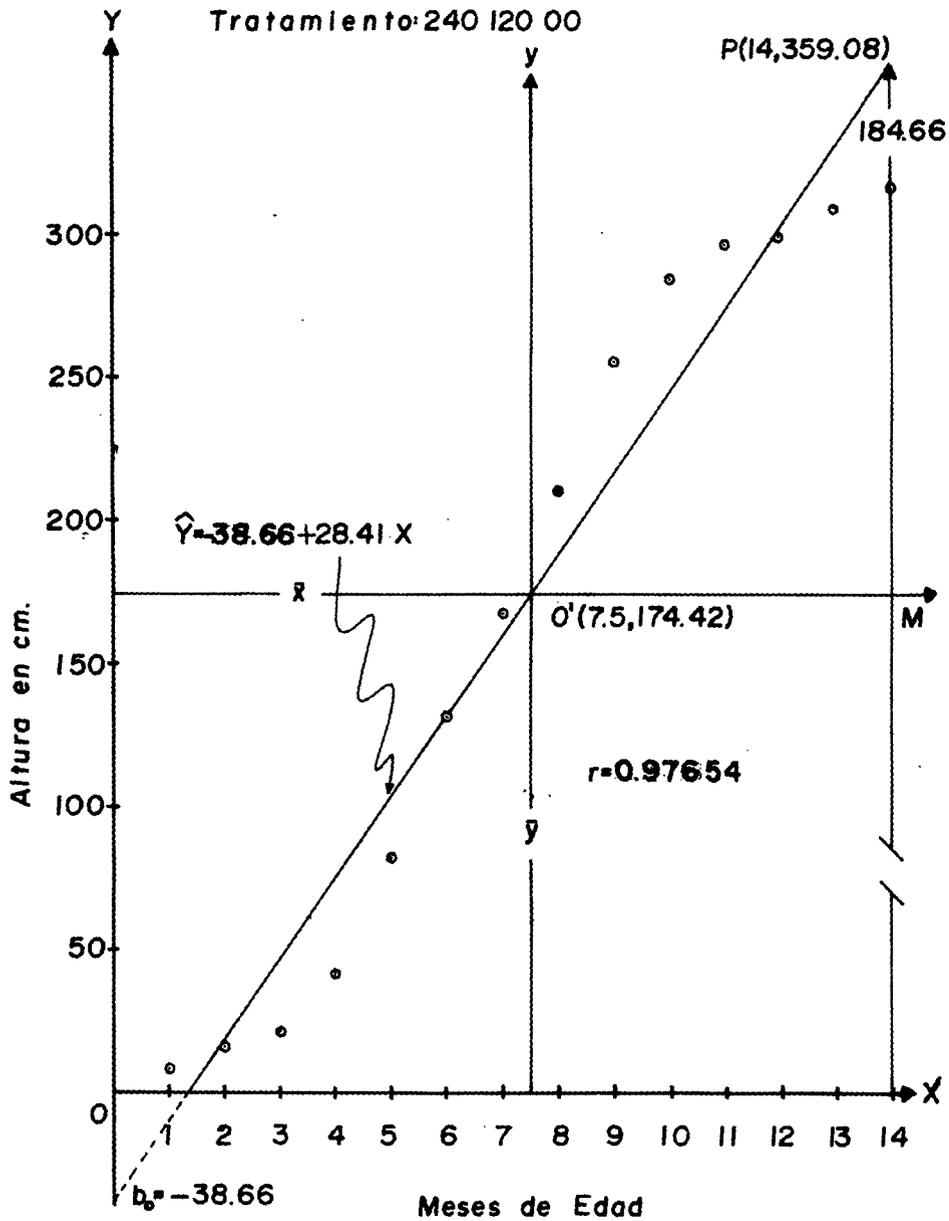


# REGRESION DE LA ALTURA SOBRE LA EDAD

Tratamiento: 120 60 60



# REGRESION DE LA ALTURA SOBRE LA EDAD



#### VII.4. Análisis Económico.

Siguiendo el orden de las ideas, se presenta a continuación el -- análisis de costos; utilidad neta y relación margen costo para cada uno de los tratamientos y así determinan el óptimo económico.

##### VII.4.1. Relación de costos comunes a todos los tratamientos.

Para esto se tomaron en cuenta los costos de las actividades afines para los 14 tratamientos.

En este caso la preparación del terreno y siembra no se tomaron en cuenta por tratarse del ciclo de soca. La relación de los costos se hace por hectáreas.

En el siguiente cuadro se presenta la relación de actividades y - costos comunes:

Junta y quema de residuos	150.00/Ha.
Destroncone o desmadre (8cvs/m)	615.38/Ha.
Plazo de cínceles	200.00/Ha.
Descarne y Aplicación de Trat.	280.00/Ha.
1a. Escarda	200.00/Ha.
Desaporque	200.00/Ha.
Despacho y aplicación de trat.	280.00/Ha.

##### Aplicación de Hervicida:

Karmex 2.5 Kg/Ha.	422.00/Ha.
Amfna 2 lts/Ha.	136.00/Ha.

Surfactante 1 lt/Ha.	<u>72.00/Ha.</u>
Total:	730.00/Ha.
Riego 550.00/riego/Ha./ciclo	550.00/Ha.

## Control de plagas:

Barrenador de la caña:	
Dipterez 80% polvo	140.00/Ha.
Aplicación aérea	<u>100.00/Ha.</u>
Total	240.00/Ha.

Se realizan tres aplicaciones = 720.00/Ha.

## Rata de Campo:

Endrín 19.5% y 4 Kg de maíz quebrado	47.00/Ha.
Total de costos comunes	3973.38/Ha.
Intereses de año 12.51%	<u>496.94/Ha.</u>
Total	4469.32/Ha.

## VII.4.2. Cálculo de los costos no comunes.

Para estos se tomaron en cuenta los costos no comunes a los 14 --  
tratamientos.

VII.4.2.1. Costo de Fertilizantes y Acarreo de los mismos --  
más los intereses.

En el cálculo de estos costos se tomó en cuenta el costo de los -

fertilizantes con los precios de la Planta de Fertilizantes del Noroeste, ya que ésta lo entrega al Ingenio y ahí es distribuido. El costo por acarreo que se incluye en este cálculo es el del Ingenio al terreno del cañicultor. Este valor varía dependiendo de la distancia a que se encuentra el terreno siendo para nuestro caso de \$34.00/Ton. Los intereses a que se giran los fertilizantes son del 14.60%.

Los costos para 1 Kg. de N, P, K, fueron obtenidos dividiendo el valor de una tonelada de compuesto para cada uno de los nutrientes, por su concentración y se les sumó el acarreo y los intereses:

$$\text{Costo de 1 Kg de N} = \$1420.44 \div 205 = \$6.928$$

$$\text{Costo de 1 Kg de P} = \$1322.00 \div 205 = \$6.448$$

$$\text{Costo de 1 Kg de K} = \$2860.00 \div 600 = \$4.767$$

Los costos reales por Kg. de elemento se encontraron sumándole a los costos por Kg. de nutriente el acarreo y los intereses:

$$\text{Costo real de 1 Kg de N} = 6.928 + 1.00117 + 0.35 = \$7.975$$

$$\text{Costo real de 1 Kg de P} = 6.448 + 0.9417 + 0.035 = \$7.424$$

$$\text{Costo real de 1 Kg de K} = 4.767 + 0.6964 + 0.035 = \$5.498$$

Los costos totales se obtienen de la suma de los costos comunes más los no comunes y los costos de cosecha.

Para la obtención de los costos de cosecha se multiplica el costo del corte, alza y acarreo por el rendimiento. En el cuadro No. 5 se presentan los costos de fertilizantes y cosecha.

**Cuadro 5 COSTOS DE COSECHA Y FERTILIZANTES**

Tratamientos	Rendimiento promedio en Ton/Ha.	Corte 6.00/Ton.	Alza 10.00/Ton.	Acarreo 17.80/Ton.	Total	Costo real de 1 Kg.			Total
						N	P	K	
00 00 00	78.21	1251.36	782.10	1392.14	3425.60	00	00	00	00
00 60 00	74.20	1187.20	742.00	1320.76	3249.96	00	7425	00	445.50
00 120 00	79.10	1265.60	791.00	1407.98	3464.58	00	7425	00	891.00
60 30 00	102.50	1640.00	1025.00	1824.50	4489.50	7975	7425	00	701.25
60 90 00	106.15	1698.40	1061.50	1889.47	4649.37	7975	7425	00	1146.75
120 00 00	138.33	2213.28	1383.30	2462.27	6058.85	7975	7425	00	957.00
120 60 00	148.66	2378.56	1486.60	2646.15	6511.31	7975	7425	00	1402.50
120 120 00	140.90	2254.40	1409.00	2508.02	6171.42	7975	7425	00	1848.00
180 30 00	143.66	2298.56	1436.60	2557.15	6292.31	7975	7425	00	1658.25
180 90 00	155.90	2494.40	1559.00	2775.02	6828.42	7975	7425	00	2103.75
240 00 00	171.89	2750.24	1718.90	3059.64	7528.78	7975	7425	00	1914.00
240 60 00	170.87	2733.92	1708.70	3041.49	7484.11	7975	7425	00	2359.50
240 120 00	161.41	2582.56	1614.10	2873.10	7069.76	7975	7425	00	2805.00
120 60 60	149.35	2389.60	1493.50	2658.43	6541.53	7975	7425	550	1732.38

El precio de la tonelada de caña resulta de la multiplicación del - punto valor del punto de sacarosa por el 1% de puntos de ésta, obtenidos en fábrica. Para este caso el valor del punto de sacarosa fue de \$20.83- y el porciento de sacarosa en fábrica fue de 13.53%; dándonos por consi- guiente un precio de la tonelada de caña de \$281.83.

El martén nos resulta de restar los costos totales a la cantidad -- obtenida de la venta del producto.

La relación margen-costos se obtiene de dividir el margen entre los- costos totales; indicándonos así lo que se obtiene por cada peso inverti- do.

#### VII.4.3. Cálculo de la Relación margen-costos.

Estos cálculos se encuentran especificados en el Cuadro No. 6.

Los resultados del análisis del laboratorio del muestreo de tallos se presenta en los Cuadros No.

### VII.5. Análisis de laboratorio del Muestreo de Tallos.

Estos análisis fueron realizados con la finalidad de conocer el -- Brix, % de Sacarosa, % de Fibra, % de Pureza, % de humedad y % de Reductores para cada uno de los 14 tratamientos con sus cuatro repeticiones.

Los resultados obtenidos son de gran utilidad para la determinación óptima del corte de la caña, ya que éste se realiza cuando la caña alcanza el mayor porcentaje de sacarosa.

En los siguientes cuadros se encuentran anotados los valores de cada uno de los factores analizados para cada tratamiento y sus respectivas repeticiones.

**Cuadro No. 6 CALCULO DE LA RELACION MARGEN-COSTO/TRATAMIENTO/Ha.**

Tratamientos	Rendimiento Promedio en Ton/Ha	Costos Comunes	Costo del Fertilizante	Costos de Cosecha	Costos Totales	Venta del Producto	Margen	Margen Costo
00 00 00	78.21	4309.32	0 0	3425.60	7734.92	22041.92	14307.00	1.8496636
00 60 00	74.20	4469.32	445.50	3249.96	8164.78	20911.79	12747.01	1.5612190
00 120 00	79.10	4469.32	891.00	3464.58	8824.90	22292.75	13467.85	1.5261192
60 30 00	102.50	4469.32	701.25	4489.50	9660.07	28887.58	19227.51	1.9904110
60 90 00	106.15	4469.32	1146.75	4649.37	10265.44	29916.25	19650.91	1.9142783
120 00 00	138.33	4469.32	957.00	6058.85	11485.17	38985.54	27500.37	2.3944242
120 60 00	148.66	4469.32	1402.50	6511.31	12383.13	41896.85	29513.72	2.3833812
120 120 00	140.90	4469.32	1848.00	6171.42	12488.74	39709.85	27221.11	2.1796522
180 30 00	143.66	4469.32	1658.25	6292.31	12419.88	40487.70	28067.82	2.2599107
180 90 00	155.90	4469.32	2103.75	6828.42	13401.49	43937.30	30535.81	2.2785384
240 00 00	171.89	4469.32	1914.00	7528.78	13912.10	48443.75	34531.65	2.4821306
240 60 00	170.87	4469.32	2359.50	7484.11	14312.93	48156.29	33843.36	2.3645305
240 120 00	161.41	4469.32	2805.00	7069.76	14344.08	45490.18	31146.10	2.1713557
120 60 60	149.35	4469.32	1732.38	6541.53	12743.23	42091.31	29348.08	2.3030330

ANALISIS DE LABORATORIO DEL MUESTREO DE TALLOS

Fecha de Muestreo Marzo 22 de 1978 Variedad B 34-39

Fecha de Analisis Marzo 22 de 1978 Ciclo Soca Edad 14 Meses

Tratamientos	Rep.	Brix	%Sac.	%Fibra	%Pur.	%Humedad	%Reductores
00 00 00	1	18.51	15.83	15.92	85.56	65.00	0.57
	2	18.26	16.23	16.75	87.78	68.30	0.32
	3	18.69	16.71	15.08	89.41	65.90	0.38
	4	18.37	16.80	13.23	91.47	70.9	0.31
	Prom	18.46	16.34	15.25	88.55	67.53	0.40
00 60 00	1	18.18	15.93	13.90	87.62	65.00	0.62
	2	18.41	16.17	16.88	87.83	66.80	0.38
	3	18.43	16.52	13.60	89.63	66.40	0.51
	4	18.01	16.10	15.20	89.39	67.80	0.25
	Prom	18.26	16.18	14.90	88.62	66.50	0.44
00 120 00	1	18.45	15.94	15.10	86.39	63.00	1.33
	2	18.99	16.68	15.73	87.84	67.40	1.25
	3	18.51	15.99	13.98	86.39	67.80	0.69
	4	19.17	17.29	14.28	90.19	66.10	0.31
	Prom	18.78	16.48	14.77	87.70	66.08	0.90

ANALISIS DE LABORATORIO DEL MUESTREO DE TALLOS

Fecha de Muestreo Marzo 22 de 1978 Variedad B 34-39

Fecha de Analisis Marzo 22 de 1978 Ciclo Soca Edad 14 Meses

Tratamiento	Rep	Brix	%Sac.	%Fibra	%Pur.	%Humedad	%Reductor
60 30 00	1	18.28	15.99	13.97	87.47	65.60	0.28
	2	18.49	16.05	16.30	86.80	65.00	0.36
	3	19.21	16.37	16.53	85.22	68.60	0.17
	4	18.60	16.70	16.75	89.78	67.60	0.31
	Prom	18.65	16.28	15.89	87.32	66.70	0.28
60 90 00	1	17.55	15.54	15.00	88.54	69.90	0.79
	2	19.12	16.60	15.23	86.82	68.60	1.17
	3	18.24	16.33	15.90	89.53	67.50	0.46
	4	18.72	16.64	14.48	88.89	65.30	0.46
	Prom	18.41	16.28	15.15	88.45	67.83	0.72
120 00 00	1	18.87	16.84	15.88	89.24	64.60	1.15
	2	18.37	16.79	14.85	91.40	66.60	0.29
	3	19.55	17.50	14.02	89.51	67.90	0.13
	4	19.58	17.23	14.70	88.00	66.30	0.41
	Prom	19.09	17.09	14.86	89.54	66.35	0.50

ANALISIS DE LABORATORIO DE MUESTREO DE TALLOS

Fecha de Muestreo Marzo 22 de 1978 Variedad B 34-39

Fecha de Analisis Marzo 22 de 1978 Ciclo Soca Edad 14 Meses

Tratamiento	Rep.	Brix	%Sac.	%Fibra	%Pur.	%Humedad	%Reductor
120 60 00	1	19.26	16.64	14.48	86.40	64.30	0.60
	2	19.60	16.75	14.30	85.02	68.40	0.36
	3	19.54	17.09	14.20	87.46	65.50	0.15
	4	19.50	17.35	13.50	89.90	65.90	0.29
	Prom	19.48	16.46	14.12	87.20	66.03	0.35
120 120 00	1	17.89	15.45	14.95	86.36	68.20	0.50
	2	18.99	17.03	13.35	89.68	65.90	0.56
	3	18.85	16.16	14.02	85.72	65.60	0.24
	4	19.78	17.29	13.60	87.41	68.90	0.23
	Prom	18.88	16.48	13.98	87.29	67.15	0.38
180 30 00	1	19.03	16.79	14.82	88.23	64.90	0.54
	2	20.19	16.99	14.20	84.15	64.10	0.50
	3	19.26	16.64	14.50	86.40	66.50	0.38
	4	18.31	15.79	13.50	86.24	65.30	0.46
	Prom	19.20	16.55	14.26	86.26	65.33	0.47

ANALISIS DE LABORATORIO DEL MUESTREO DE TALLOS

Fecha de Muestreo Marzo 22 de 1978 Variedad B 34-39

Fecha de Analisis Marzo 22 de 1978 Ciclo Soca Edad 14 Meses

Tratamiento	Rep	Brix	% Sac.	% Fibra	% Pur.	% Humedad	% Reductores
180 90 00	1	18.37	16.29	13.48	88.68	67.10	1.10
	2	18.96	16.67	13.90	87.92	67.80	0.37
	3	19.22	16.77	13.98	87.25	68.60	0.21
	4	18.66	16.87	13.25	90.41	67.40	0.46
	Prom	18.80	16.65	13.65	88.57	67.73	0.54
240 00 00	1	18.95	16.49	14.08	87.02	65.50	0.36
	2	19.45	16.79	13.55	86.32	66.70	0.44
	3	18.87	16.52	13.55	87.55	68.70	0.69
	4	18.87	16.51	12.50	87.45	65.10	0.31
	Prom	19.04	16.58	13.42	87.09	66.50	0.45
240 60 00	1	18.62	15.16	13.85	81.42	66.80	0.23
	2	18.17	15.58	14.20	85.74	66.30	0.61
	3	19.72	17.46	12.35	88.54	66.90	0.18
	4	19.63	17.88	13.95	91.13	65.70	0.24
	Prom	19.04	16.52	13.59	86.71	66.43	0.32

ANALISIS DE LABORATORIO DEL MUESTREO DE TALLOS

Fecha de Muestreo Marzo 22 de 1978 Variedad B 34-39

Fecha de Analisis Marzo 22 de 1978 Ciclo Soca Edad 14 Meses

Tratamiento	Rep	Brix	% Sac.	% Fibra	% Pur.	% Humedad	% Reductor
240 120 00	1	18.45	15.87	15.10	86.02	67.90	0.56
	2	17.60	15.28	14.15	88.53	68.30	0.61
	3	19.30	16.84	13.82	87.25	66.50	0.30
	4	18.97	17.32	13.63	91.30	65.40	0.18
	Prom	18.58	16.40	14.18	88.28	67.03	0.41
120 60 60	1	19.06	16.90	12.70	88.88	66.00	0.64
	2	19.72	17.39	12.35	88.10	67.00	0.36
	3	19.30	16.56	12.65	85.80	68.10	0.39
	4	20.08	15.86	11.90	79.27	63.10	0.52
	Prom	19.54	16.68	12.40	85.53	66.05	0.48

## CAPITULO VIII.

## DISCUSIONES.

Analizando los resultados se observa que con respecto a las repeticiones no se tuvo diferencia significativa alguna entre estas, por lo que se puede decir que el terreno en el cual se llevo a cabo el experimento resultó ser homogéneo.

Por lo que respecta los tratamientos aplicados se encontró una alta significancia, lo que nos prueba el efecto de estos respecto a los rendimientos.

Como se puede constatar en la prueba de significancia para los coeficientes de regresión y suponiendo una hipótesis  $H_0: \beta_{i-1} = 0$ , para cada uno de los coeficientes de regresión; se observa que no se encontro respuesta a las aplicaciones de Fósforo, Potasio e Interacciones NP, encontrándose respuesta únicamente Nitrógeno y Nitrógeno<sup>2</sup>. Esta aseveración se deduce de la aceptación o rechazo de la hipótesis, ya que si suponemos que  $H_0: \beta_{i-1} = 0$ ; o sea que si se acepta la hipótesis estaremos en lo cierto, sucediendo lo contrario si se rechaza; concluyendo que si tiene un cierto efecto el coeficiente de que se trata.

Este efecto del Nitrógeno se puede también constatar en la columna de los rendimientos, observándose que en los tratamientos en los cuales no se incluye el Nitrógeno los rendimientos no fueron superiores a 80.00 Tons./Ha. También podemos ver como hay diferencia entre los tratamientos 00-00-00, 00-60-00 y 00-120-00. El primer tratamiento tiene una diferencia sobre el segundo de 4.21 Ton/Ha. mientras el tercero tiene una diferencia sobre el primero de 0.89 Ton/Ha. deduciendo de esto que las aplicaciones de fósforo en dosis superiores a 90 Kg/Ha. presentan un cierto efecto en los rendimientos, como también se puede comprobar con los tratamientos 180-30-00 y 180-90-00 en los cuales el segundo presenta un rendimiento más alto que el primero.

En la misma columna de rendimientos podemos notar como se incrementan los rendimientos al introducir el Nitrógeno en los tratamientos. En el tratamiento 60-30-00 hay un incremento de 23.40 Tons/Ha. con respecto al tratamiento 00-120-00 y de 28.30 Tons/Ha. con respecto al tratamiento 00-60-00.

Para este caso el tratamiento que presentó mayor rendimiento fue el 240-00-00 con 171.89 Tons/Ha.

En el análisis económico el tratamiento que presentó una mayor relación margen-costo fue el 240-00-00, siendo esta de 2.4821306. Aunque también el tratamiento 240-60-00 presentó un alto rendimiento (170.87 Tons/Ha.), su relación margen-costo fue de 2.3645305; inferior a la del tratamiento anterior. Esto es debido principalmente a el costo del fertilizante fosfórico ya que la diferencia en rendimientos fue inferior - en 1.02 Tons/Ha.

Por lo que respecta a los tratamientos 120-00-00 y 120-60-00, el -- factor que originó la diferencia en la relación margen-costos fue definitivamente el costo del fertilizante fosforado ya que los rendimientos -- superiores para 120-60-00.

Para los tratamientos 180-30-00 y 180-90-00 si existió diferencia-- tanto en rendimientos como para la relación margen-costos. Esta diferen-- cia fue debido fundamentalmente a que el tratamiento 180-90-00 presentó un más alto rendimiento.

Como se puede observar en los Cuadros No.

Existe una cierta diferencia en los porcentos de sacarosa, Fibra,- Brix, Pureza, Humedad y % de Reductores debida a tratamientos.

En las gráficas de regresión de la altura sobre la edad los efec-- tos del Nitrógeno son visibles comparando los valores reales y de  $\hat{Y}$  y -- los valores estimados ( $\hat{Y}$ ) de los distintos tratamientos, por lo cual podemos decir que las aplicaciones de Nitrógeno aumentan el crecimiento de la caña. Por lo que respecta a el Fósforo, podemos anotar que produce un casi inapreciable aumento en el crecimiento, principalmente si se aplica en dosis superiores a los 90 Kg/Ha., alcanzando su máximo valor en la interacción de Nitrógeno-Fósforo en el tratamiento 240-120-00. Aunque para este tratamiento el crecimiento fue máximo, los rendimientos no lo fueron, ya que se redujeron en 10.48 Tons./Ha. con la adición de esta cantidad de Fósforo, de esto se deduce que el crecimiento no aumentó los rendimientos debido fundamentalmente a su reducción en el % de Humedad y aumento del % de la Pureza. Al disminuir el % de Humedad la caña será más liviana debido a su reducción. Líquidos. El efecto en el % de sacarosa -

también tuvo una disminución de 0.18 con la adición de fósforo.

El Potasio no presentó efecto alguno en el crecimiento, sino por -- el contrario, el tratamiento 120-60-60 alcanzó una altura menor que el -- 120-60-00; aunque esta diferencia no fue muy alta ya que sólo fue de -- 4.62 cms; en los rendimientos tampoco fue muy grande la diferencia ya -- que se aumentó en 0.69 Ton/Ha. con la adición de Potasio, esto fue debi- do a que con la adición del potasio se obtuvo un mayor % de Humedad lo-- cual aumentó el rendimiento.

## CAPITULO IX

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Como los tratamientos presentaron significancia no deben aplicarse estos indistintamente, por lo cual se recomienda recurrir al técnico para que este le proporcione las recomendaciones pertinentes.

2. En base a lo anteriormente expuesto obviamente se deduce - que las diferentes cantidades de nutrientes probadas en los 14 tratamientos tiene efecto significativo en los rendimientos.

3. Dentro de los tratamientos probados de los que se obtiene un más alto rendimiento son:

Tratamiento	Rendimiento promedio en Tons./Ha.
240-00-00	171.89
240-60-00	170.87
240-120-00	161.41
180-90-00	155.90
120-60-60	149.35
120-60-00	148.66

De esto se concluye que el efecto del nitrógeno es altamente significativo. Comparándose los rendimientos del tratamiento 00-00-00 con el 240-00-00 notamos que hay una diferencia de 93.68 Tons/Ha. del segundo sobre el primero. De esto resulta recomendable la aplicación de fertilizantes Nitrogenados.

4. Si en el estudio económico de los tratamientos los más sobresalientes fueron:

Tratamiento	Relación Margen-Costo
240-00-00	2.4821306
120-00-00	2.3944242
120-60-00	2.3833812
240-60-00	2.3645305
120-60-60	2.3030330
180-90-00	2.2785384
180-30-00	2.2599107

El primer tratamiento a recomendar sería el 240-00-00 el segundo - el 120-00-00 y así sucesivamente.

5. Como este estudio fue realizado con la Variedad B 34-39, es recomendable realizar este tipo de estudios con todas las variedades de caña sembradas en la zona de abastecimiento del Ingenio; para conocer la respuesta de estas a los fertilizantes.

6. Deberán probarse nuevas fórmulas de fertilizantes en las - cuales se tenga más variabilidad, así como también cambiar de diseño experimental.

7. Se recomienda realizar pruebas de fertilizantes en diferentes clases de suelos para conocer el efecto de este en la asimilación de los nutrientes por el cultivo

8. Realizar un estudio detallado sobre el efecto del fertilizante en el Brix, % Sacarosa, % de Fibra, % de Pureza, % de Humedad y % de Reductores.

9. Reducir los costos de cosecha mediante la introducción de maquinaria adecuada para evitar la recolección de la cosecha en forma manual.

## C A P I T U L O X

## RESUMEN

El presente estudio fue realizado en terrenos propiedad del Sr. --- Everardo Roesner S., ubicados dentro de la zona de abastecimiento y a -- tres Kilómetros del Ingenio.

El estudio se llevo a cabo durante el ciclo 77-78; teniendo como ba se la variedad B 34-39 en el ciclo de soca.

La finalidad del presente trabajo fue determinar la fórmula óptima-económica de fertilización, estableciendo la relación margen-costos de - los tratamientos ensayados. Otra de las metas trazadas fue la determinación del efecto del Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el desarrollo de la caña; derivándose de esto su efecto en los rendimientos por hectárea.

Para la realización de este trabajo se utilizó el diseño del "Cua-- drado Doble" con 13 tratamientos de diferentes combinaciones de Nitrógo y Fósforo y un tratamiento adicional para medir el efecto del Potasio. El arreglo en el campo de los tratamientos fue el de "Bloques al Azar" - con cuatro repeticiones.

Los tratamientos probados fueron los  
siguientes:

N	P	K
00	00	00
00	60	00
00	120	00
60	30	00
60	90	00
120	00	00
120	120	00
120	120	00
180	30	00
180	90	00
240	00	00
240	60	00
240	120	00
120	60	60

Los tratamientos se aplicaron en el descarte y en el despacho; aplicándose la mitad del Nitrógeno y el total del Fósforo y Potasio en el descarte y el 50% restante de Nitrógeno en el despacho.

La parcela experimental fue de cuatro surcos de quince metros de largo, tomándose en consideración para el análisis estadístico los dos surcos centrales y eliminando un metro de cada surco en las cabeceras.

Se realizaron visitas periódicas a el campo para detectar incidencias de plagas o enfermedades, determinar el momento del riego, así la aplicación de herbicidas y la toma mensual de alturas.

La caña fue cortada a los 14 meses muestreándose tallos para el análisis del laboratorio y obtener los resultados de Brix, % de Sacarosa, % de Fibra, % de Pureza, % de Humedad y % de Reductores.

Los rendimientos en Toneladas/Hectárea se sometieron a el análisis estadístico, utilizando el paquete SAS (Statystical Análisis Sistem), descrito en el Instructivo para el Análisis de los Experimentos con Caña de Azúcar, realizado por el Dr. Angel Martínez Garza y editado por CNIA e IMPA.

Al realizar el análisis estadístico se encontró significancia para tratamientos, por lo cual se procedió a determinar cual de los factores probados eran responsables de tal significancia, encontrando que fue el Nitrógeno.

Los mejores tratamientos encontrados en cuanto a producción fueron el 240-00-00; 240-60-00- y 240-120-00.

En el análisis económoco, de los que se obtiene más alta relación margen-costos son: 240-00-00; 120-00-00; 120-60-00; 240-60-00.

El estudio de los efectos de los fertilizantes debe continuarse para obtener información más fundamentada, realizándose en otras variedades y con diferentes dosis, fuentes etc. En si introducir mayor variación en la experimentación.

## B I B L I O G R A F I A

- Anónimo 1976. El cultivo de la Caña de Azúcar en la Región Jalisco-Colima. Serie recomendaciones. Folleto No. 6 CNIA-IMPA. México.
- Anónimo. 1959. Abonamiento de la Caña de Azúcar.
- Artschwager, E.-1925. Anatomy of the vegetative organs of sugar cane. Journal of Agricultura. Research 30 (3); 197-221.
- Baver, L.D.
- Gardner. W.H.
- Gardner, W.R. Física de Suelos. Editorial UTEHA. 1973.
- Brett, P.G.C. 1957. La identificación de las más importantes variedades de Caña de Azúcar en S. Africa. South African Sugar Association Experiment Station. Boletín No. 4.
- Carreras, J. 1960. Estudio sobre la composición química de algunas variedades. (s.n.e.). Mineografado.
- Flores, C.S. Dr.
- Gómez, J.R. Ing.
- Torres, B.M. Ms. Cs. Et. alt. 1972. Metodología Experimental en - en Caña de Azúcar. Serie Divulgación Técnica Folleto No. 1 CNIA-IMPA. México

- Gómez, A.F. 1975. Caña de Azúcar. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas, Venezuela, Mayo.
- Humberto, R.P. 1970. Los Nutrientes que la Caña Necesita. Revista-Agricultura de las Américas. Año 19, No. 9
- Humberto, R.P. 1976. Composición de los Suelos Cañeros. Revista -- Agricultura de las Américas. Año 25. No. 4
- Humberto, R.P. 1974. Materia Prima: Caña de Azúcar. Editorial --- C.E.C.S.A. México.
- Martínez, G.A. Dr. 1976. Instructivo para el Análisis de los Experimentos con Caña Azúcar. Centro de Procesamiento Electrónico de la Comisión Nal. de la Industria Azucarera. CNIA-IMPA.
- Maximov, Nicolai A. 1952. Fisiología Vegetal. Trad. por Armando T.-Hunsiker. 2a. Edición. }
- Martínez Graza, A. 1971. Aspectos Económicos del Diseño y Análisis de Experimentos. Centro de Estadísticas y Cálculo Colegio de Postgraduados. Escuela Nal. de Agricultura. Chapingo México.
- Ortiz, V.B. Dr. 1975. Edafología. Escuela Nal. de Agricultura. Chapingo, México.
- Ortiz, V.B. Dr. Antecedentes y Normas para el Abonamiento de la Caña de Azúcar. Boletín IMPA. México.

Ortiz, V.B. Dr.

González, G.A. Análisis de Suelos y Recomendaciones de Fertilizantes para caña de azúcar. Balderas, México. IMPA. Boletín Técnico No. 4.

Snedecor G.W.

Cochran, W.G. 1977. Métodos Estadísticos. Editorial C.E.C.S.A. Marzo 1977. 4a. Impresión.

Spencer, G.L. Manual de Fabricantes de Azúcar de Caña y Químicos - Azucareros. New York, J. Wiley.

Tisdale, S.L.

Nelson, W.L. 1970. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Editorial Montaner y Simón, S.A. Barcelona.

Viera, L.M. Ing. 1973. Experimento sobre fertilizantes para la Caña de Azúcar zona de abastecimiento del Ingenio Tamazula, S.A. Tesis profesional. Guad. Jal.