

Universidad de Guadalajara
Escuela de Agricultura



Estudio para determinar las mejores prácticas
de Fertilización del Arroz, en el Distrito de
Riego No. 19 del Istmo de Tehuantepec,
Oaxaca.

T e s i s :

Que para su Examen Profesional de Ingeniero Agrónomo,
Especialista en Fitotecnia presenta:

Romualdo Zárate Ramírez

Guadalajara, Jalisco, 1972.

DEDICATORIA

A MI MADRE POR SU BRILLANTE INTELIGENCIA
ABNEGACION Y CARINO (C.E.P.D.)

A MI PADRE, ESPOSA Y HERMANOS CON TODO CARINO

A MI ESCUELA CON AMOR.

A MIS MAESTROS CON GRATITUD

A MIS FAMILIARES POR SUS APRECIABLES
CONSEJOS Y SU AYUDA DESINTERESADA.

AGRADECIMIENTO:

El presente trabajo de desarrollo como parte del programa de investigación del Departamento de Suelos, dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (I.N.I.A.), S. A. G., que tengo a mi cargo en el campo agrícola Experimental - del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

Por cuyo motivo deseo hacer manifiesto mi agradecimiento a todas aquellas personas que directa o indirectamente me brindaron facilidades, consejos y cooperación durante la realización del mismo y de manera muy especial:

Al C. Dr. Rodolfo Moreno Dahme, Subdirector Técnico del Instituto antes mencionado, por haberme dado la oportunidad de trabajar dentro del mismo y distinguido con su confianza desde el momento en que inicié mis trabajos como Técnico del Departamento de Suelos; así como por su apreciable ayuda como asesor de este trabajo en su presentación y revisión.

Al C. Ing. y M.C. Julio Espinoza Hidalgo, por su confianza inmerecida al haber aceptado ser Director de esta Tesis y llevar a feliz término este trabajo en su elaboración, revisión y presentación, así como por sus enseñanzas como Catedrático de varias materias que cursé durante mi carrera profesional.

A los C. Ings. Juan José Hernández Flores, Antonio Alvarez González y José Mauricio Muñoz, por haberme distinguido con su confianza al ser asesores de esta Tesis.

Al C. Ing. y M.C. Jorge Alarcón Cejudo por sus inestimables observaciones y sugerencias en la presentación de esta Tesis.

Al C. Ing. José C. Alejandro Zarza por las facilidades que me brindó durante el desarrollo y cosecha de estos experimentos en el campo.

Al C. Rubén Fernández Vázquez ayudante del programa por sus experiencias personales en el cultivo del arroz.

A mis compañeros de trabajo y amigos que en una u otra forma me proporcionaron ayuda.

PORTADA
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO

C O N T E N I D O

	PAGINAS
I.- INTRODUCCION	1
II.- ANTECEDENTES	2
III.- MATERIALES Y METODOS.....	18
A).- Características climáticas de la zona estudiada.....	18
B).- Características generales de los suelos de la - zona estudiada.....	22
C).- Ubicación de los experimentos.....	27
D).- Diseño Experimental empleado.....	31
E).- Datos generales de las observaciones de campo - efectuadas durante el desarrollo del cultivo -- y las prácticas de determinación de los rendi- mientos y respuestas a NPK.	33
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	42
1).- Respuesta a Nitrógeno (N).....	42
2).- Respuesta a fósforo (P_2O_5).....	44
3).- Efecto de dividir la aplicación de nitrógeno y- suministrar este en diferentes etapas del desa- rrollo del cultivo.....	44
4).- Efecto de la aplicación del fósforo y suministrar..... este en diferentes épocas del desarrollo del arroz.....	46
5).- Respuesta al Potasio (K_2O).....	48
V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
VI.- RESUMEN	50
VII.- BIBLIOGRAFIA.....	54
VIII.- APENDICES.....	1-X

I.- INTRODUCCION.

Durante muchos años se venía buscando darle vida a la región del Istmo de Tehuantepec, Oax., elevando el nivel de productividad con cultivos que pudieran adaptarse a las condiciones de clima y suelo tan adversas que presenta en especial esta zona.

Para tal fin se creó un Distrito de Riego que ayudara a mejorar estas condiciones facilitándole al campesino mayores perspectivas de aseguramiento de sus cosechas al contar en el momento adecuado del agua necesaria que pudieran requerir sus cultivos en explotación, sin tener que estar esperanzados al agua de lluvia o a las márgenes de los ríos existentes en estos lugares, creando con ello que una mínima parte de la superficie laborable que pudiera sembrar y por ende desperdiciando grandes extensiones de terreno que por falta de agua pudieran ser aprovechados por ellos.

Actualmente se trabaja en forma deficiente 21,243 has. del total de las ---- 50,807 has. laborables y factible de regarse de que consta actualmente el Distrito de Riego No. 19, del Istmo de Tehuantepec, Oax., lo que representa el 42% de superficie en baja productividad, a pesar de los grandes esfuerzos de los sectores gubernamentales que pugnan por elevar su nivel productivo.

Como se ve el problema de antaño subsiste actualmente en lo que se refiere a los cultivos adecuados que se deberán sembrar en la zona del Distrito para evitar pérdidas de superficie territorial que actualmente no se dedica a ningún cultivo. Para corregir en parte este problema se pensó en cultivos que pudieran ser remunerativos para la economía del campesino y que a la vez pudieran adaptarse a las condiciones de clima y suelo (24).

Como es sabido por todos nosotros, el factor agua es limitante en el índice de productividad en muchas áreas agrícolas del País, por lo cual bajo estas circunstancias las autoridades oficiales desplazaron su vista hacia el cultivo del arroz, al cual le vieron grandes perspectivas de desarrollo y productividad bajo las condiciones tan especiales que presenta esta zona.

11.- ANTECEDENTES

La sistemática de este cultivo nos dice que el arroz pertenece a la familia -- de las gramíneas, subfamilia de las Festucoideae, tribu Oryzeae, género Oryza y especie Sativa.

Vavilov y Gustachin consideran que esta especie comprende dos subespeciales; - comunis y brevis; y a su vez, comunis comprende 2 grupos de variedades; Indica y Ja pónica.

Los tipos Indica se cultivan en áreas tropicales, dan buenos rendimientos pero no responden satisfactoriamente a la aplicación de los fertilizantes. Se estima que existen más de 15 mil variedades diferenciadas por una gran variedad de características que en ocasiones resulta difícil distinguirlas.

Mucho se ha escrito sobre el cultivo del arroz además de gran cantidad de trabajos realizados en diversas partes del mundo sobre este cereal, con el objeto de ir subsanando factores negativos que mermen sus rendimientos por hectárea y hacerlo más productivo en las áreas donde se explota en forma comercial. Como antecedente para el área en que se hace mención este trabajo desde 1965 hasta 1970 se han sembrado en total 3,472 has., con un rendimiento de 8,295 ton. de arroz palay en grano que reportaron un valor de la producción de \$9'068,000.00 / 5 años y un valor de la cosecha de \$ 1'813,000.00 por año. Si observamos estos valores, nos damos cuenta que el desenvolvimiento del cultivo del arroz en cuanto a superficie -- cultivada, rendimientos y valor económico de las cosechas ha sido lento ya que solamente el maíz durante el ciclo 1969/1970 produjo un valor económico de las cosechas de \$ 9'281,560.00, lo cual nos demuestra que en la actualidad la mayoría de los agricultores de esta zona siembran 4 veces más las tierras con maíz que el total de 5 años de la superficie sembrada con arroz, lo que representa el 70% de la superficie sembrada con este cereal y dejándole solamente el 3.4% al cultivo del arroz. El otro 26.6% lo ocupan diversos cultivos en explotación. Esto nos indica que a pesar del aumento de superficie de siembra que ha manifestado el arroz en estos últimos años y a la proyección que se le está dando para el futuro, aún no pue

de competir con los cultivos que tradicionalmente se han venido sembrando en la zona de mayor superficie a pesar de que los rendimientos unitarios también son bajos, debido a que estos han sido altamente básicos para la población de esta zona.

Esto es notorio si vemos que el promedio actual para la zona de Juchitán, ---- fluctúa entre 2.0 y 2.5 ton/ha. de arroz palay, a un precio promedio de \$ 1,000.00-ton. en el mercado local; mientras que el costo de producción es de \$ 3,053.00 por-ha. (ver cuadro #1, pág.4), lo que nos indica que en la actualidad se tiene una -- pérdida de \$ 553.00 por ha. Si extrapolamos estos datos con relación a la mira que-- se tiene de sembrar en un futuro próximo en esta zona 5,000 has. de arroz, vemos -- que la pérdida que se puede esperar por año sería de 2.7 millones de pesos si no lo -- gramos superar en un mínimo de tiempo este déficit de la producción. Sin embargo me -- diante fórmulas adecuadas de fertilización. para cada tipo de suelo aunadas a la -- clase de fertilizantes esenciales apoyados en variedades probadas como altamente -- rendidoras se puede llegar a obtener 4 ton/ha. de arroz palay como promedio mínimo-- para que el agricultor perciba ganancias en la siembra con este cultivo y de ahí en -- adelante aumentar más este promedio subsanando uno por uno los factores que hacen -- mermar los rendimientos unitarios.

Además como parte de este programa se pretende el mejoramiento rural estable-- ciendo cooperativas entre los agricultores, la P.I. E.S.A. (Productora Importadora-- y Exportadora, S.A.) y el Banco Nacional de Crédito Ejidal, S. A. que fijaron como -- meta lo siguiente: 1).- El arrendatario (PIESA) rentará al rendatario (agricultor)-- a \$ 200.00 ha. limpia de hierbas y arbustos y a \$ 100.00 ha. en caso contrario. -- 2).- El rendatario se compromete bajo contrato a facilitar su terreno por un mínimo -- de 3 años al arrendatario y este a su vez darle trabajo a aquel en el cultivo pagán-- dole el sueldo mínimo de la zona y darle además el 5% de participación en las uti-- lidades como socio de esta cooperativa. 3).- En caso de pérdida el arrendatario cu-- brirá el 50% ante el Banco Nacional de Crédito Ejidal, S. A., mientras que el otro -- 50% de la pérdida total la cubrirá el Banco, dejando sin gravámenes al rendatario. -- 4).- El Banco Nacional de Crédito Ejidal, S. A. financiará la construcción de casas

Cuadro No.1 .-Costo directo del cultivo de arroz / Ha. en el Distrito de Riego # 19 del Istmo de Tehuantepec, Oax.

Actividades	Costo total en \$	Costo Activ. espe cializadas	Por Otros	tipo de actividad.- Cuota agua	Jornadas Hombre	Materiales	Maquina ria.	%
* PREPARACION DEL TERRENO	<u>370.00</u>						<u>370.00</u>	<u>12.1</u>
✓ 1. Chapeo - Limpia y Quema.	60.00						60.00	2.0
✓ 2. Barbecho	130.00						130.00	4.1
✓ 3. Dos rastras	120.00						120.00	4.0
✓ 4. Nivelación microrrelieve	60.00						60.00	2.0
* SIEMBRA:	<u>960.00</u>	<u>25.00</u>		<u>15.00</u>	<u>15.00</u>	<u>780.00</u>	<u>125.00</u>	<u>31.4</u>
✓ 1. Semilla	420.00					420.00		13.7
✓ 2. Fertilizante para la aplic.	360.00					360.00		11.7
✓ 3. Siembra y fertilización	60.00						60.00	2.0
✓ 4. Traso curvas de nivel	25.00	25.00						0.9
✓ 5. Hechura curvas de nivel, regaderas y canales	65.00						65.00	2.1
✓ 6. Cuota riego de asiento	15.00			15.00				0.5
✓ 7. Regadores (1 JH)	15.00				15.00			0.5
* LABORES DE CULTIVO:	<u>1,150.00</u>	<u>60.00</u>		<u>230.00</u>	<u>310.00</u>	<u>550.00</u>		<u>37.7</u>
✓ 1. Cuota de 2 riegos de auxilio	30.00			30.00				1.0
✓ 2. Regadores (1 JH)	15.00				15.00			0.5
✓ 3. Cuota riego permanente	200.00			200.00				6.6
✓ 4. Regadores (8 JH)	120.00				120.00			3.9
✓ 5. Reposición compuertas	80.00					80.00		2.6
✓ 6. Colocación compuertas	10.00				10.00			0.3
✓ 7. Fertilización para 2da. aplic.	225.00					225.00		7.3
✓ 8. Aplicación aerea.	60.00	60.00						2.0
✓ 9. Herbicida	225.00					225.00		7.3
✓ 10. Aplicación herbicida (4 JH)	60.00				60.00			2.0
✓ 11. Insecticida	20.00					20.00		0.7
✓ 12. Aplicación insecticida (4 JH)	60.00				60.00			2.0
✓ 13. Pajareros (3 JH)	45.00				45.00			1.5
* COSECHA:	<u>295.00</u>				<u>45.00</u>	<u>50.00</u>	<u>200.00</u>	<u>9.7</u>
✓ 1. Trilla	200.00						200.00	6.6
✓ 2. Encostalado (1 JH)	15.00				15.00			0.5
✓ 3. Costales	50.00					50.00		1.6
✓ 4. Acarreo a orilla de parcela	30.00				30.00			1.0
OTROS:	<u>278.00</u>		<u>278.00</u>					<u>9.1</u>
1. Seguro	76.00		76.00					2.5
2. Costo financiamiento	202.00		202.00					6.6
SUMA:	3,053.00	85.00	278.00	245.00	370.00	1,380.00	695.00	
Porcentaje:	100	2.8	9.1	8.0	12.1	45.2	22.8	100

Jornada-Hombre se abrevia JH = **2X1**

en los propios terrenos de los campesinos rentables y pagaderas a largo plazo y estos a su vez se comprometen a pagar oportunamente la letra y a cuidar el inmueble, así como maquinaria y aperos de labranza que queden bajo su cuidado durante el desarrollo y cosecha del cultivo. 5).- Se construyó por medio del Banco Nacional de Crédito Ejidal, S. A. un molino para la industrialización del arroz producido en la zona y áreas adyacentes con capacidad para 30,000 ton. anuales de grano.

Como una ampliación más al aspecto de fertilización en arroz se mencionan en forma somera los trabajos experimentales realizados en los diversos Centros y Campos dependientes del I.N.I.A. (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS) en el país.

CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS DEL SURESTE (CAMPO COTAXTLA)

Durante el ciclo 1967-1968 se efectuó un experimento sembrado con arroz de temporal, usando la variedad Milagro filipino, encontrándose que con el uso de 100 kgs. de N/ha., aplicados 55 días después de la siembra, el rendimiento de arroz se incrementó de 5.45 ton/ha. que era el máximo rendimiento, hasta 8.28 ton/ha. que se obtuvieron actualmente con el uso de esta cantidad de nitrógeno. La medida general para el Estado de Veracruz es de 3 ton/ha. en forma comercial.

En condiciones de riego se notó que la selección A produce menos que la Bluebonnet 50; pero en condiciones de seca no sucede todo lo contrario debido a la mayor precocidad de la primera que además tiene la característica de asegurar para el agricultor la cosecha en años de poca lluvia.

Otros trabajos han sido encaminados a la irradiación de semilla con rayos X para obtener mutaciones aprovechando las buenas cualidades de las variedades Jojutla-mejorado y Morado criollo.

CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS DE LA PENINSULA DE YUCATAN (C.I.A.P.Y.)

En el año de 1967 en un experimento con diversas fórmulas y usando la variedad Guasave A-64 en suelos de A'Kalchi, en Sta. Rosa, se encontró que la 80-80-0 aplicada todo en el momento de la siembra, rindió en forma experimental 6.2 ton/ha.

sin embargo se observó que a dosis elevadas en nitrógeno el cultivo sufría acamas.

CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS DE SINALOA (C.I.A.S.).

Durante el ciclo 1966/1967 en el Campo Agrícola Experimental del Valle del --- Fuerte, Sin., se realizó un experimento para determinar la mejor dosis óptima económica de fertilización, dividiendo en 2 partes iguales la fórmula total y aplicando en la siembra y a los 45 días después de nacido el arroz.

Los mayores rendimientos de campo (7.14 ton/ha.) se obtuvieron con la fórmula-160-80-40. El testigo rindió 3.31 ton/ha. El promedio general fue de 5.93 ton./Ha.- Se sugiere el empleo de la fórmula 120-80-40 para este sitio. La variedad usada fue la Sinaloa A-64 con una densidad de siembra de 120 kgs./ha.

Durante el ciclo 1967/1968 se establecieron 9 experimentos con agricultores -- cooperantes de fertilización bajo el principal cultivo de rotación en la región que es trigo-arroz. Los suelos son de textura arcillosa, bien nivelados, libres de sa-- les y con buen drenaje interno.

Las Investigaciones efectuadas han determinado los siguientes aspectos relativos a su fertilización:

- 1.- El nitrógeno en su forma amoniacal es más efectivo para la fertilización del -- arroz que en forma nítrica.
- 2.- El Sulfato de amonio y la Urea han producido los mejores rendimientos de arroz.
- 3.- La aplicación dividida del nitrógeno en 2 ó 3 etapas del desarrollo del cultivo (siembra, amacollo y 20 días antes del espigamiento) ha dado buenos resultados.

Las variedades usadas fueron la Bluebonnet 50 y Sinaloa A-64 que son las más-- ampliamente conocidas por los agricultores, además de que todas las labores cultura-- les y el manejo del agua fueron similares a los usados por los agricultores. El di-- seño experimental para los 9 experimentos fue Bloques al azar con 4 repeticiones y-- 11 tratamientos, los cuales estuvieron dirigidos hacia la solución de 2 aspectos: - El primero de ellos fue determinar la respuesta del arroz al nitrógeno y al fósforo aplicados en la siembra y el segundo determinar la respuesta del arroz al fertili--

zante nitrogenado aplicando a razón de 120 kgs./ha., dividida la cantidad en 3 etapas: a) todo en la siembra, b).- Todo a los 40 días (amacollo), c).- Todo a los 70 días (15 días antes del espigamiento).

Las fuentes de fertilizantes usados fueron: Urea 46%, Super fosfato de calcio triple 46% (P_2O_5) y Cloruro de potasio 60% (K_2O).

Resultados:

1.- Respuesta del Nitrógeno y Fósforo aplicados en el momento de la siembra. En 6 de los lotes la respuesta significativa correspondió a una dosis de 120 kgs. de N/ha. en 2 lotes fue a 60 kgs. de N/ha. y en el último la respuesta alcanzó hasta 180 kgs. de N/ha. El incremento promedio debido a la aplicación de 60 kgs. de N/ha. fué de 0.55 ton./ha. al aumentar la dosis de 60 a 120 kgs. N/ha. el incremento promedio fue de 0.24 ton./ha. y por último al fertilizar el arroz con 180 kgs. de N/ha. produjo un aumento de rendimientos de 0.13 ton/ha.

En 3 lotes se encontró respuesta estadísticamente significativa a la aplicación de fósforo en dosis de 40 kgs. de P_2O_5 /ha. y en otro sitio la dosis fue de 80 kgs. de P_2O_5 /ha. En el resto de los lotes no hubo respuesta a fósforo (P_2O_5). En ninguno de los lotes se encontró respuesta a potasio (K_2O).

2.- Respuesta de nitrógeno aplicado en diferentes etapas del desarrollo del cultivo.

El rendimiento medio mas alto se obtuvo cuando se aplicaron 80 kgs. de N/ha. en la siembra, mas 40 kgs. de N/ha. a los 70 días de nacida la planta. Dicho aumento es superior en 0.80 ton./ha. aplicado totalmente en la siembra. Cuando se aplicó el fertilizante dividido en 3 partes iguales, o sea 40 kgs. de N/ha. en la siembra, mas 40 kgs. de N/ha. a los 40 días, mas 40 kgs. de N/ha. a los 70 días de nacida la planta, se obtuvieron rendimientos muy semejantes en promedio aunque ligeramente inferiores a 80 kgs. de N/ha. dividido en partes iguales y aplicado a los 40 y 70 días. Los mas bajos rendimientos se obtuvieron cuando el fertilizante fue totalmente aplicado al momento de la siembra.

Conclusiones:

- 1.- El cultivo del arroz tiene una respuesta favorable a la fertilización nitrogenada.
- 2.- Sólo en casos aislados la fertilización fosfatada produce incrementos en los rendimientos estadísticamente significativos.
- 3.- La aplicación del nitrógeno en el momento de la siembra no produce los máximos rendimientos, debido probablemente a las fuertes pérdidas por lavado que presentan los suelos inundados.
- 4.- En comparación con la aplicación total del nitrógeno aplicado al momento de la siembra, la aplicación dividida del mismo eleva los rendimientos de arroz y esos son mayores cuando se aplican 40 kgs./ha. en la siembra, más 40 kgs./ha. a los 45 días, más 40 kgs./ha. a los 70 días de nacida la planta. El mayor rendimiento puede obtenerse aplicando el nitrógeno en dos etapas: 80 kgs. de N/ha. a los 40 días, más 40 kgs. de N/ha. a los 70 días de nacida las plantas. Estos resultados son de un solo ciclo de investigación por lo que la continuación de estos trabajos permitirá confirmar los avances obtenidos en este cultivo.

Existen variedades de altos rendimientos que bien fertilizadas con las dosis óptimas económicas adecuadas han rendido experimentalmente magníficos resultados en algunas zonas arroceras del país, tales como: Valle del Fuerte y Valle de Culiacán en Sinaloa, en donde han rendido hasta 10.4 y 10.3 ton. por ha. de arroz palay. En Veracruz se han alcanzado hasta 9.4 ton./ha. En Morelos se logró 11.4 ton/ha. en siembras de trasplante siendo hasta la fecha el máximo rendimiento obtenido en el país. En el Istmo de Tehuantepec, Oax., en la zona de Juchitán se han alcanzado rendimientos de 7.5 ton/ha.

Algunos informes proporcionados por técnicos en el cultivo del arroz nos dicen por ejemplo: que las necesidades de fertilizantes en este cultivo varían de acuerdo con muchos factores, entre ellos el tipo de suelo, las variedades, la tecnología del cultivo, el manejo del agua, etc.

Las recomendaciones sobre fertilización en los diferentes cultivos corresponden al Departamento de Suelos de INIA., y se dan cuando ya se tiene suficiente información, como en los siguientes trabajos en el cultivo del arroz que mencionaremos a continuación:

Según Ortega (31) las recomendaciones de fertilizantes para el Valle del --Fuerte, Sin., son la aplicación de 120 kgs. de N/ha. dividido en 2 épocas: La primera aplicando 80 kgs. de N/ha. a los 40 días después de la siembra y la segunda adicionándole 40 kgs. de N/ha. mas a los 70 días de nacida la planta.

Aragón, H.L. recomienda para el Valle de Culiacán, Sin., y para las variedades Bluebonnet 50, Sinaloa A-64 y Guasave A-64; la aplicación de 120 kgs. de N/ha. aplicando el equivalente de este con 260 kgs. de urea al 46% nitrógeno u otro fertilizante nitrogenado. Ha dado buenos resultados la aplicación de estos 120 kgs. de N/ha. en dos partes: La primera a los 30 ó 35 días después del riego de entable, -- aplicando la tercera parte de los 260 kgs. de urea, con el fin de favorecer el amacoyo. La segunda aplicación a los 55 días después del primer riego aplicando las -- dos terceras partes restantes con el fin de ayudar a la formación de la panojas. -- Con esa última aplicación se incrementa el número de flores en cada una de las panojas y se hace posible un mayor número de granos. Es muy importante conocer el tiempo de aplicación de los fertilizantes para evitar la reducción en los rendimientos por la competencia entre las plantas de arroz y las malezas. Por lo general cuando se aplica el N en la presiembra, en este valle se estimula el desarrollo del zacate pinto, coquillo y otras malas hierbas. Debe esperarse de 10 a 12 días como mínimo -- entre las aplicaciones de N (Urea) y la aspersión del Stam F-34 (Propanil), de lo -- contrario se reduce la selectividad del herbicida sobre el arroz y las malezas no lo absorben bien. En Morelos dice el Dr. E. J. Wilhausen, técnico del CIMMYT. que -- ha dado buenos resultados usar 120 kgs. de N/ha. y 40 kgs. de P₂O₅/ha. en dos aplicaciones: La primera de ellas es usando la mitad del N y todo el Fósforo antes de -- la siembra y la otra mitad del N a los 40 días después de sembrado y trasplantado.

González P.M. y Tijerina P.A., nos dicen que para la región de Zacatepec, Mor.- y con la variedad Jojutla mejorado, se sugiere usar 120 kgs. de N/ha. y 40 kgs. de P_2O_5 /ha. Con relación al Potasio no ha habido suficientes pruebas para su recomendación en el Estado, aunque se encontró respuesta en el área de Zacatepe, en pruebas preliminares para dosis de 20 a 40 kgs. de K_2O /Ha. (34).

Hace falta más investigación en todas las zonas arroceras del Estado. Se ha observado en muchas ocasiones en campos con siembras comerciales y se probó experimentalmente en Progreso, Mor., que en las siembras tardías la fertilización nitrogenada a medida que se va aumentando resulta contraproducente, obteniéndose rendimientos de arroz muy bajos si no se usan fungicidas para el combate de la *Piricularia oryzae*, - por lo que hay que estar pendiente de no sobrefertilizar la variedad Jojutla. Además se ha observado que esto no siempre sucede así, sino sólo cuando existen condiciones climáticas ideales de temperatura y humedad para que se desarrolle esta enfermedad. Se sugiere usar el fungicida Kasumin en campos donde se presente esta enfermedad.

Cruz, C.M. 1966.- Sugiere que para el Estado de Veracruz en las regiones de Coxtaxia, Piedras Negras y Villa Cardel, se han estado usando en forma comercial 80 kgs. de N/ha. y 40 kgs. de P_2O_5 /ha. con variedades del tipo de la Bluebonnet 50, Sinaloa A-64 y Jojutla mejorado. Con variedades como la Milagro filipino y Sinaloa --- A-68 se sugiere usar la dosis de 160 kgs. de N/ha. Ultimamente se ha encontrado en trabajos experimentales realizados en Coxtaxia, Ver., que la variedad fueron aplicados a los 45 días de sembrada esta variedad. No se encontró respuesta a las aplicaciones de Fósforo y Potasio. (7).

Espino, T.S. 1968.- Nos dice que en el Estado de Tabasco para la región de la Chontalpa, las variedades altas del tipo Sinaloa A-64 y Bluebonnet 50 se considera suficiente usar 60 kgs. de N/ha. y 40 kgs. de P_2O_5 /ha. en dos aplicaciones: Todo el Fósforo y la mitad del Nitrógeno al principio de la siembra, cuando los suelos no -- sean permeable y la otra mitad del N a los 45 días de haberse sembrado el arroz. En

suelos que son permeables es conveniente aplicar el fertilizante a los 45 y 70 días de nacida la planta o bien a los 30 y 60 días después de la siembra, dependiendo de la precocidad de la variedad de que se trate. Las variedades intermedias o semienanas como las variedades de arroz Nilos y los arroces del tipo Surinam, pueden sujetarse al mismo método de aplicación usando 100 kgs. de N/ha. y 40 kgs. de P_2O_5 /ha. Variedades enanas como la Milagro filipino es probable que aguantan 140 kgs. de --- N/ha., con una buena densidad de siembra, usando al mismo tiempo con el fertilizante nitrogenado 40 kgs. de P_2O_5 /ha. Para la variedad Sinaloa A-68 puede usarse 160 kgs. de N/ha. y 40 kgs. de P_2O_5 /ha. siguiendo el mismo método que se empleó anteriormente. (10)

El Dr. Wellhausen, dice que en Tabasco las dosis altas de fertilizantes causan avanamiento en la variedad Sinaloa A-64 y que se obtienen más rendimientos con dosis bajas, por lo que se hace necesario estudiar más la densidad y fertilización y quizás aplicar ésta en dos o tres aplicaciones, ya que algunos suelos de esta región son muy permeables.

Para la fertilización en el Estado de Oaxaca, en la región del Istmo de Tehuantepec, en la zona arrocerera de Juchitán se han venido utilizando fórmulas empíricas para la fertilización de variedades como la Milagro filipino y la Sinaloa A-68 que son las que más se han adaptado y rendido en esta zona. Sin embargo se les ha sugerido a los agricultores la fórmula 160-40-0 kgs./ha. actualmente no se cuenta con una fórmula óptima económica para la región; sin embargo el autor en su calidad de técnico del Depto. de Suelos del I.N.I.A. a partir del ciclo Invernal de 1968 ha estado realizando experimentos en materia de fertilización para el cultivo del arroz con el objeto de determinar recomendaciones precisas en un futuro próximo. Se espera que los resultados de estos trabajos experimentales previamente discutidos y -- analizados por el Departamento de Suelos del I.N.I.A. se recomiendan para esta zona arrocerera de Juchitán para beneficio de los agricultores que se dedican a las siembras de este cereal.

Otra forma de aplicar los fertilizantes es con el uso del agua en suspensión para evitar que las aplicaciones al voleo sean poco uniformes debido a la velocidad de los vientos que imperan en esta región. A esta forma de aplicación se le ven enormes perspectivas, una vez que este método esté perfectamente estudiado, al igual que las aplicaciones aéreas.

En resumen todas las recomendaciones sobre fertilización para las diversas zonas arroceras del País se deben a trabajos realizados por diversos técnicos del I. N. I. A.

Con esto se le ha dado un enfoque breve al cultivo del arroz en materia de fertilización en las principales zonas arroceras del País, tanto en forma experimental como comercial y cuyos resultados han sido obtenidos de las experiencias de los diferentes técnicos que han trabajado en arroz dentro de la República Mexicana. Sin embargo, es de importancia también mencionar en forma breve los resultados que han obtenido otros técnicos en las diferentes zonas arroceras del mundo en materia de fertilización para este cultivo, con el objeto de evaluar estos, con los del País para que las recomendaciones aporten dentro de la tecnología un avance rápido para el cultivo del arroz a escala nacional y cuyos trabajos se mencionan a continuación.

El gran número de variedades de esta planta permiten su cultivo bajo las más variadas condiciones de suelo, humedad y clima. De ahí, que para cada una de las distintas condiciones ecológicas, sea que se trate de suelos arcillosos pesados o arenosos pobres, de terreno de secano o de inundación, de climas tropicales húmedos o semiáridos, de aguas frescas o salubres, podrá encontrarse siempre una variedad adecuada. El alto nivel de rendimiento a que aspira este cultivo, mediante los labores de trasplante y de riego, suele implicar una elevada extracción de nutrientes si se toma en cuenta el hecho de que, con frecuencia se obtienen hasta dos cosechas por año en un mismo terreno. Dicha extracción ascenderá entonces a cifras promedio de 80 Kgs. de N, más 30 Kgs. de P_2O_5 y 120 Kgs. de K_2O /ha. según una interesante tabla citada por Van Rozim. (36). Estas mismas cantidades se verán duplicadas si el cultivo se lleva a cabo bajo condiciones óptimas de desarrollo, no pudiendo ser el-

suelo aún más fértil capaz de suministrar indefinidamente tal cantidad de nutrientes. Por esta razón la fertilización resulta ser imprescindible para la satisfacción de la demanda de nutrientes del arroz. En los últimos años se le ha venido prestando -- una gran atención a la fertilización de esta planta, ya que el incremento anual de producción es de cerca de 1.3 millones de toneladas (14). Sin embargo debido al corto período a que la mayoría de las zonas de cultivo han estado sometidas a la fertilización, se cuenta con experiencia relativamente escasa al respecto. Ello es la causa de la diversidad de opinión que se tiene acerca de la necesidad, el tipo y la cantidad de fertilizantes para este cultivo. (35)

En algunas regiones del mundo, aún hoy prevalece la opinión de ser el arroz una planta que precinde de los fertilizantes. Este criterio está basado en el argumento de que los rendimientos de arroz de riego han podido ser mantenidos en forma constante durante varios ciclos, sin haber sido preciso recurrir al empleo de fertilizantes minerales. En este tipo de cultivo, el suelo experimenta un considerable suministro de nutrientes por medio del empleo de aguas con alto contenido en calcio y sales minerales en solución; de esta manera se efectúa el enriquecimiento de aquellos suelos-- que poseen una buena capacidad de absorción. Sin embargo esta forma de cultivo ha -- permitido un equivalente natural entre el nivel del rendimiento, la extracción de nutrientes, el suministro de los mismos por el suelo, siendo bajo estas mismas condiciones que los rendimientos no llegan a alcanzar su nivel óptimo, siendo el cual alcanzado sólo con una buena aplicación de suministro de nutrientes. (21). En consideración a esto, son varias las causas que provocan una reacción poco satisfactoria de los tratamientos como:

- 10.- La aplicación de los elementos en menor cuantía han de producir resultados negativos.
- 20.- Los métodos culturales deficientes, las variedades poco productoras y la distribución inadecuada de los fertilizantes.
- 30.- La deficiencia de materia orgánica, de la cual depende el arroz particularmente, puede ser también la causa de un efecto insuficiente de los fertilizantes.

Debido a las condiciones cálidas húmedas junto con la descomposición de la materia orgánica acontece la liberación de los compuestos nitrogenados. La mayoría de los suelos para arroz sufren de un empobrecimiento de N. De ahí, que entre todos los nutrientes, el N desempeña el papel más importante en el cultivo del arroz. Dentro del grupo de los fertilizantes nitrogenados, el sulfato de amonio es el de mayor uso ya que el arroz aprovecha bien el N amoniacal. En los últimos tiempos se ha aplicado con éxito la urea, la cianamida de calcio, el nitrato cálcico de amonio y el nitrato de amonio simple. Con el uso de nitratos existe el peligro de la desnitrificación y con ello la pérdida de nitrógeno combinado. En ocasiones la cianamida de calcio y la urea presentan la ventaja adicional de poder producir efectos secundarios en el combate de malas hierbas, plagas y enfermedades; siempre que las labores culturales lo permitan al recomendarse la aplicación del N dividido durante el desarrollo de la planta (8).

A causa de las pérdidas por desnitrificación se logra con tal medida, un mejor aprovechamiento del N, a la vez que una disminución de los efectos indeseables, como por ejemplo: el prematuro acamado y el ataque de hongos. La tripartición de la dosis del N total ha dado magníficos resultados haciendo la primera fertilización como --- aplicación de fondo, la segunda fertilización durante la época del amacollo y la tercera fertilización 20 días antes del espigado de la planta. (23). De acuerdo con (13) la aplicación de dosis moderadas de Nitrógeno 30 a 60 kgs./ha., bastarán en muchos casos para la intensa fijación biológica del nitrógeno en la que las algas verde-azules desempeñan un papel importante. En el Japón se están utilizando dosis de hasta 150 Kgs. de N/ha. o más. Según se puede ver la potasa y el ácido fosfórico son eficaces para el sano desarrollo del arroz, sus dosis deberán aumentarse conjuntamente -- con el aumento de suministros del Nitrógeno. Con ello se establece una interesante-- tendencia general (20).

A).- Cuanto mayor es el aumento de la dosis del fertilizante y los rendimientos, -- tanto menor es la importancia del suministro natural de nutrientes de los suelos.

B).- Cuanto mayor sean las dosis de nutrimentos, tanto más importante y elevada --- resulta ser la cantidad de potasa en la fertilización.

No solo los fertilizantes actúan elevando los rendimientos, sino que tienen --- otras funciones, tales como:

- 1.- En el caso del fósforo, este ejerce, una influencia estimulante en el desarrollo radicular haciendo a las plantas un poco más resistentes a la sequía.
- 2.- Acelera ligeramente la floración y la madurez.
- 3.- Mejora el amacollamiento y fortalece el tejido mecánico o de sostén.
- 4.- Eleva su valor alimenticio.
- 5.- Estimula el crecimiento de las algas, y con ello, la fijación del nitrógeno.

En el caso del potasio este actúa fortaleciendo el tejido del sostén e impide--- el acamado de las plantas, además a la falta de este elemento lo relacionan con la --- presencia del tizón y a la raya del tallo que causa grandes problemas en el Japón. --- En los Países cuyas zonas arroceras son frecuentemente azotadas por fuertes vientos, es de vital importancia la firmeza de los tallos, ya que facilita la mecanización y--- por ende el aumento en los rendimientos unitarios. Esta firmeza en los tallos la re--- lacionan en el Japón y en otros Países Asiáticos con la aplicación del potasio.

Ogihara (30), ha establecido por medio de análisis con papel cromatográfico, --- la observación en casos de deficiencia potásica, de una marcada presencia de amino--- ácidos, especialmente Alcalina, Valina y Asparagina, lo cual puede ser la causa del--- alto grado de susceptibilidad patológica que presentan las plantas deficientes en po--- tasio (30).

En el caso del nitrógeno se ha visto que parcelas fertilizadas en forma unilate--- ral sufrieron un fuerte ataque fungoso por *Piricularia oryzae* y *Sclerotinum oryzae*, --- además de acames y disminución de los rendimientos en forma unitaria .

Con frecuencia se afirma que el silicio desempeña un papel muy importante den--- tro de la capacidad de resistencia de la planta de arroz al ataque de enfermedades--- fungosas. Una fertilización armónica fomentará siempre el sano desarrollo del arroz--- el cual, sin embargo no dependerá exclusivamente de la cuantía de nutrientes presen-

tes en el suelo, sino también del fácil aprovechamiento que de ellos haga la planta (21). En el Japón, el alto contenido de H_2S y de ácido butírico en el suelo ocasiona la temida enfermedad llamada comúnmente ("AKI-OCHI"), ya que su presencia impide, en alto grado, la absorción de los nutrientes.

Córdova (5), nos informa que la aplicación de 2 toneladas de marga calcaria/ha. aumentó el rendimiento de 800 a 2,700 Kgs./ha., o sea que el encalado también ejerce un efecto favorable sobre la resistencia al encamado de la planta. La adición de abonos orgánicos resulta muy favorable para la fertilización del arroz, ya que favorece la estructura física del suelo. En vista de que el estiércol no se encuentra -- disponible en cantidades suficientes, corresponde al abono verde desempeñar un papel importante en la fertilización del arroz. Generalmente el abastecimiento con ácido fosfórico y potasa a las plantas destinadas a abonos verdes, resulta muy remunerativo, no solo por el aumento en la formación de materia orgánica sino por la cantidad de nitrógeno fijado, lo cual se traduce en un mayor rendimiento de las cosechas subsiguientes al arroz.

Dufournet (9), informa que en Madagascar la elevación de los rendimientos mediante la aplicación de abonos verdes, particularmente cuando se complementan con -- una adecuada fertilización mineral cuyas dosis medias están entre 30 y 60 kgs. de -- N/ha., 100 a 125 kgs. de P_2O_5 /ha., y 75 a 100 Kgs. de K_2O /ha.

En la India el abonamiento en verde, junto con una aplicación de fertilizantes minerales produjo aumentos de rendimiento entre 15 y 75%. (12). Dentro del renglón de fertilizantes minerales, en el Japón se aplica en promedio de 65.5 a 152.5 Kgs. de N/ha., 39.2 a 101.0 Kgs. de P_2O_5 /ha. y 56 a 112 Kgs. de K_2O /ha. Esta intensidad ha contribuido a la duplicación de los rendimientos en un promedio de 10 años (22). En la Luisiana E.U.A. se prefieren los fertilizantes mezclados de fórmula 8-8-8 y -- 4-12-12 en dosis de 225 a 450 kgs./ha. (19). Para la zona arrocera de Bouches Du --- Rbone (Francia) se recomiendan 300 Kgs. y 200 Kgs. de cloruro de potasio por hectárea lo cual equivale a la fórmula 60-90-120 Kgs./ha. (14). En la Ucrania meridional se fertiliza con 45 Kgs. de (K_2O /ha.) en forma de sulfato de amonio, superfosfato --

triple y cloruro de potasio (36). En Panamá se obtuvieron los mejores resultados -- con respecto a rendimiento, mediante la aplicación de dosis de 120 Kgs./ha. de una-- mezcla de fertilizantes de fórmula 13-13-21 (29). Para las condiciones de explota-- ción intensiva de Texas E.U.A. para suelos limo-arenosos, se usa una mezcla de ferti-- lizantes de la fórmula 8-8-4 (37).

Los ejemplos ya antes citados denotan considerables fluctuaciones en la fertili-- zación considerada como óptima, ello sin embargo, demuestra que la armónica fertili-- zación completa produce siempre los mejores resultados con el transcurso del tiempo. Finalmente diremos que en Taiwan, Formosa; se ha estudiado que 80 Kgs. de K_2O /ha. -- aplicados al momento del embuche del arroz, se aumenta la elongación de la espiga y-- por lo tanto aumenta el número de granos en la panoja. En relación a esto no hay in-- formación precisa por el momento en nuestro País. Se ha visto en México que el intér-- valo de 80 a 120 Kgs. de P_2O_5 /ha. aumenta la calidad culinaria y molinera del arroz-- redundando en un mayor porcentaje de granos enteros. Aunque el rendimiento disminuye un poco, se gana por otro lado en el precio del grano. Observaciones hechas han de-- mostrado que existe interacción entre nitrógeno y el fósforo, por lo tanto a mayor-- cantidad de nitrógeno, mayor cantidad de fósforo, para asegurar así el máximo rendi-- miento y la mejor calidad culinaria y molinera del grano. Esto será muy provechoso-- para el agricultor, ya que su cosecha tendrá mayor aceptación entre los industriales.

III.- MATERIALES Y METODOS

A).- CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE LA ZONA ESTUDIADA.

El Distrito de Riego No. 19 del Istmo de Tehuantepec, Oax., está situado al --- Sur de la porción istmica y abarca una gran parte de este Valle.

Existen 2 clasificaciones que determinan el clima del Istmo de Tehuantepec y -- son: La de Koppen y la Thorntwaite.

La primera lo clasifica en forma general como de tipo A (megatermal) con una -- temperatura media de 18°C en el mes más frío del año. Las temperaturas son altas durante todo el año, con excepción de las regiones elevadas consideradas de poco extensión. Estas temperaturas están comprendidas entre 20 y 25°C en invierno y entre 25 y 35°C en Primavera, Verano y Otoño. En algunas ocasiones durante la Primavera y principios del Verano la temperatura alcanza hasta 40°C.

En resumen el clima según Koppen para el Distrito de Riego lo clasifica así: -- Grupo Awgi que quiere decir:

- A: Clima lluvioso tropical, con temperaturas del mes más frío del año superior a -- 18°C y una precipitación anual de 750 mm.
- W: Invierno seco por lo menos 10 meses de mas lluvia en el mes mas húmedo de Verano que es el mes mas seco de invierno.
- g: El mes caluroso se presenta antes del solsticio de Verano y de la estación de -- lluvias.
- i: Diferencia entre los meses mas fríos y más calurosos, menores los primeros a 5°C de temperatura.

Las temperaturas son uniformes y oscilan sobre los 26°C. Los meses de lluvia -- son de Junio hasta Octubre.

La segunda clasificación que es la de Thorntwaite, define el clima del Distrito de Riego como: semiseco con invierno y primavera seco, cálido sin estación invernal bien definida, con precipitación deficiente en invierno y abundante en verano. Si -- unimos estas 2 clasificaciones podemos definir que el clima imperante dentro del Distrito de Riego No. 19 del Istmo de Tehuantepec, Oax., es : semiseco, caliente con --

precipitación deficiente en invierno y primavera y abundante en el verano. La temperatura máxima en el verano es de 36°C, pero cuando soplan los vientos del norte que son secos refrescan ocasionando una baja en la temperatura que varía entre 27 y 28°C la humedad atmosférica anda sobre el 70%. La evaporación es en el orden de 2,434 mm. lo cual es muy alta. La temperatura media anual es de 26.5°C. La oscilación térmica crece en los meses de Diciembre a Marzo, alcanzando en este último su máximo valor. En los meses de Abril a Septiembre la oscilación es menor y sensiblemente regular. En los meses de Octubre a Diciembre es muy irregular. Las heladas casi nunca se presentan porque la temperatura no ha sido inferior a los 16°C. Las granizadas ocurren en las épocas de lluvias en forma tan escasa que se consideran insignificantes para ocasionar daños a los cultivos.

Cuadro No. 2.

Datos generales de las poblaciones mas importantes que dividen al Distrito de Riego No. 19 en la primera unidad (Tehuantepec) y 2a. unidad (Juchitán) dentro del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca (1970). Localización geográfica.

POBLACION	LATITUD	LONGITUD	A/N.M. MTS.	SUPERFICIE KM ²	PRECIPITACION ANUAL (MM)			TEMPERATURA. (°C)		
					MAX.	MED.	MIN.	MAX.	MED.	MIN.
JUCHITAN	16° 25'	95° 43'	40.37	32,502.00	215.3	215.0	0.3	28.3°	25.4°	22.5°
					TOTAL=717.4					
TEHUANTEPEC.	16' 26'	95° 02'	35.00	14,458.00	201.8	199.5	2.3	30.0°	28.6°	27.2°
					TOTAL=697.2					

Consideraciones relativas a los vientos que azotan el Distrito de Riego No. 19.

Los vientos en esta región soplan generalmente en 2 direcciones: N-NE y S-SW. A los primeros les llaman localmente Nortes y a los segundos Sures. Los nortes soplan casi durante todo el año con diferenciación en intensidad y velocidad y los sures en épocas del año bien definidas. La primera de ellas que es del mes de Octubre al mes de Marzo, cuyos vientos alcanzan en ocasiones hasta más de 80 Kms./h, siendo estos más intensos en el mes de Noviembre; y la segunda de Abril a Septiembre en donde la intensidad y velocidad disminuye intercalándose con vientos del SW y calmas.

Siendo estos vientos del NE uno de los factores adversos más peligrosos para los cultivos en esta zona por su frecuencia, velocidad y lo imprevisible de su distribución anual, es recomendable tomar las mejores medidas de protección para la buena conservación de suelos y cultivos sembrando pastizales o plantando cortinas rompevientos de árboles frutales en 2 ó 3 hileras.

Hasta la fecha no se han hecho estudios sobre la existencia de los posibles microclimas que pudieran existir en este Distrito de Riego.

Los efectos que causan estos vientos del NE en los cultivos, están en función del tipo de suelo y del tipo de planta, así tenemos por ejemplo que: cuando el suelo es arcilloso el efecto se manifiesta endureciendo su capa superior impidiendo la germinación de la semilla; si el suelo es arenoso el viento levantará con facilidad sus partículas y con ellas bombardeará el follaje de las plantas, llegando a sepultarlas en casos extremos. Cuando la planta tiene hojas pequeñas resiste más el embate del viento que si sus hojas son grandes, produciéndoles a éstas desgarramientos totales dejando solamente las nervaduras centrales. En las plantas de menor tamaño, sin embargo esto es relativo ya que también son seriamente dañadas. El autor observó que los vientos causan los siguientes efectos dentro de la zona que a continuación se enumeran:

Hace descender bruscamente la temperatura, defolia a las plantas, se arrugan las hojas por descomposición fisiológica, rompe los tallos o los enreda con otros, desgarras las hojas, arranca de cuajo la planta, quema las hojas por baja temperatura, aumenta la transpiración hasta ocasionar la muerte del vegetal, erosiona en forma grave el suelo, tapa las plantas pequeñas con tierra, bombardea las plantas con guijaros que arrastra consigo deformándola, baja la humedad relativa si es seco y aumenta si es húmedo, detiene el desarrollo de la planta, tumba las flores y frutos, acarrea enfermedades, seca el suelo en forma considerable a lo que hay que regar con más frecuencia, forma costras superficiales que dificultan la germinación, impide que la polinización se efectúe eficientemente, acama las plantas, dificulta la aplicación de aspersiones y espolvoreaciones favoreciendo la incidencia de malas hierbas

y plagas y dificulta los trabajos de preparación de tierras.

Lope Avila (24) clasificó el viento en atención a la intensidad y duración diaria de los mismos, en la forma siguiente:

Vientos fuertes constantes:- Son aquellos que tienen velocidades máximas diarias superiores a 40 Kms./hora y la velocidad mínima diaria superior a 20 Kms/hora.

Vientos fuertes aislados:- Son aquellos que tienen velocidades máximas diarias superiores a 40 Kms/hora y velocidades mínimas diarias inferiores a 20 Kms./hora.

Vientos moderados y calmas:- Son aquellos que tienen velocidades máximas diarias inferiores a 40 Kms/hora y velocidades mínimas inferiores a 20 Kms/hora.

Por la constancia de su dirección, se han clasificado en:

De dirección constante:- Los que soplan en una sola dirección o ésta sufre poca variación.

Turbulento:- Los que cambian de dirección horizontal frecuentemente y con movimientos ascendentes y descendentes. Los vientos que mas daño causan a los cultivos son los vientos fuertes constantes y turbulentos.

La dirección dominante de estos vientos es la del NE y soplan por espacio de 6 meses (Octubre - Marzo) en forma constante y turbulenta y los vientos del SW que soplan durante el resto del año (Abril - Septiembre), en forma moderada. Por lo general los vientos del Norte son fríos y secos y los del Sur calientes y húmedos.

La velocidad mas alta se registró el 5 de abril de 1965 con 89 Kms./hora. En todos los meses se presentan velocidades superiores a 31 Kms./hora. En los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre, los vientos tienen mayor intensidad, esta aumenta en los meses de Octubre y Noviembre, alcanzando las mayores intensidades en los meses de Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y excepcionalmente en Abril.

Como una información adicional se anotan los signos convencionales para la lectura de la velocidad de los vientos.

Viento débil (0.5 a 4 m/seg.)

Viento moderado (4 a 8 m/seg.)

Viento algo fuerte (8 a 12 m/seg.)

Viento fuerte (12 a 16 m/seg.)

Viento violento (16 a 25 m/seg.)

Viento tempestuoso (de 25 m/seg. en adelante)

Remolino a tromba de polco.

Manga de agua (tromba o culebra).

Existen varias estaciones climatológicas tales como: Las Pilas, Tehuantepec, Sa-
lina Cruz, Piloto # 1, Kms. 33+190, Juchitán, Porvenir, Km. 51+740, Km. 67+449 y ---
Unión Hidalgo, que registran la climatología del Distrito de Riego No. 19 del Istmo-
de Tehuantepec, Oax. Fuente S.R.H. (1970).

En las figuras 1, 2 y 3 representadas por las climográficas de Gausson nos mues-
tran los promedios medios de la región entre la precipitación pluvial y la temperatu-
ra, los vientos dominantes y la evaporación y por último entre las Horas Luz y la hú-
medad relativa en las estaciones ubicadas en los lugares más cercanos al Campo Agrí-
cola Experimental y en las zonas representativas de la 1a. y 2a. unidad.

Húmedad relativa:- La húmedad relativa media, tiende a mantenerse constante a través
del año. oscilando entre 50 y 63.1%.

Nubocidad:- Hasta la fecha no se cuentan con registros que indiquen el valor que al-
canza este factor, sin embargo se estima que los días nubosos se presentan durante -
todo el año alcanzando sus valores máximos en Junio y Septiembre.

Transparencia del aire: Se ha observado que durante los meses de Octubre a Marzo hay
días cuando los vientos son fuertes constantes y fuertes aislados en que la transpa-
rencia del aire disminuye considerablemente. En los meses de Abril, Mayo y principios
de Junio el aire pierde su transparencia por el humo de las quemas del cultivo con -
que se carga la atmósfera.

B).- CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DE LA ZONA ESTUDIADA.

Límites:- El Distrito de Riego No. 19, está limitado al Norte por el canal principal
con 70 Kms. de longitud.

Al Sur por la Cota 7 (Altura Mts/n.m.) con 70 Kms. de longitud.

Al Este por el Río Chicapa con 30 Kms. de longitud.

Climográfica de FAUSAEN No. 1
 Período de observación de 1964-1971
 Relación: Precipitación pluvial - Temperatura
 Lugares: Estación Km 51+740 y Porvenir,
 que son las más cercanas al Campo Agrícola
 Experimental del Istmo de Tehuantepec,
 Oaxaca.

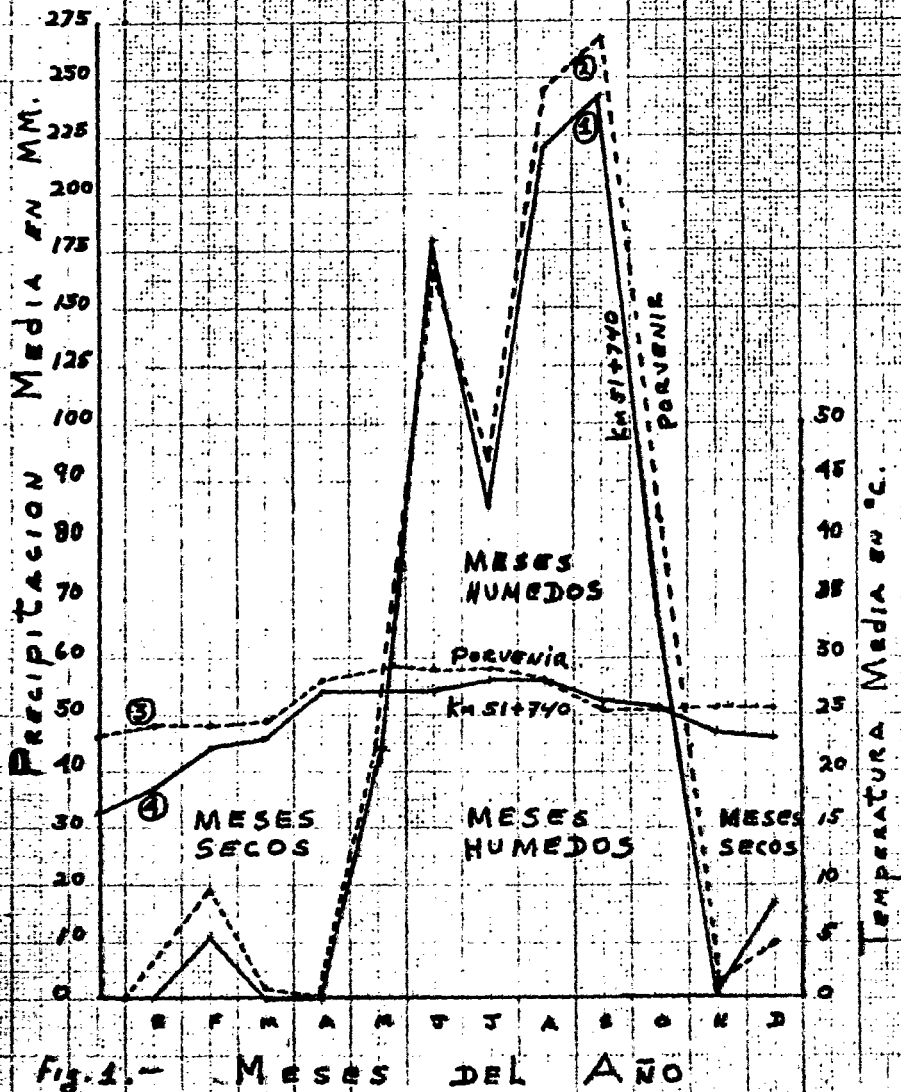


Fig. 1. - MESES DEL AÑO

Simbología: ① ② Precipitación Media en MM.
 ③ ④ Temperatura Media en °C.

Climográfica de FAUSSEN No. 2
 Período de Observación de 1945 a 1971
 Relación: Evaporación → Vientos
 Lugar: Estaciones km 31+740 y Perote que son las más cercanas al campo Agrícola Experimental y Pilote No. 1 y Unión Hidalgo, localizadas en la 13 y 25 Unidad del Distrito de Riego No. 19 del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

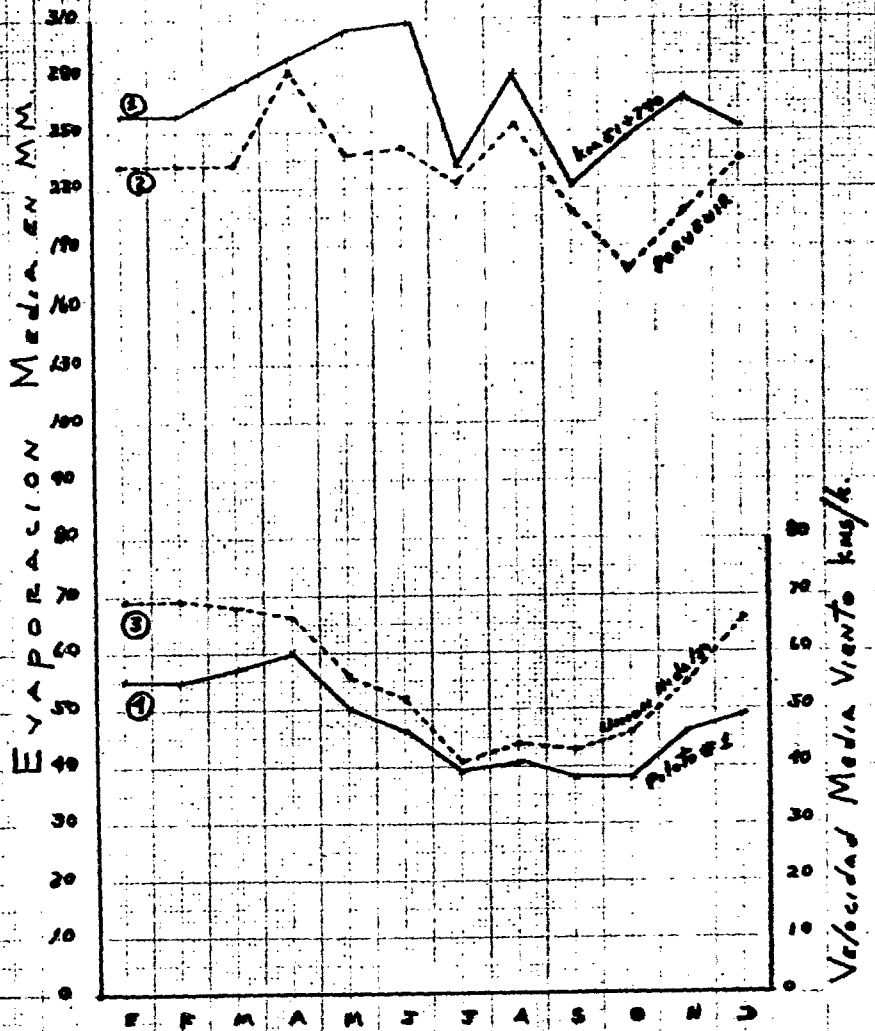


Fig. 2. - MESES DEL AÑO

Simbología: ①, ② Evaporación Media en mm.
 ③, ④ Velocidad Media Viento km/h.

Período de observación de 1965-1971
(6 años)

Climográfica de GAUSSEN No. 3

Relación: Horas Luz → humedad relativa

Lugar: Estación Piloto No. 2 Localizada en
la 1ª Unidad del Distrito de Riego No. 19
del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

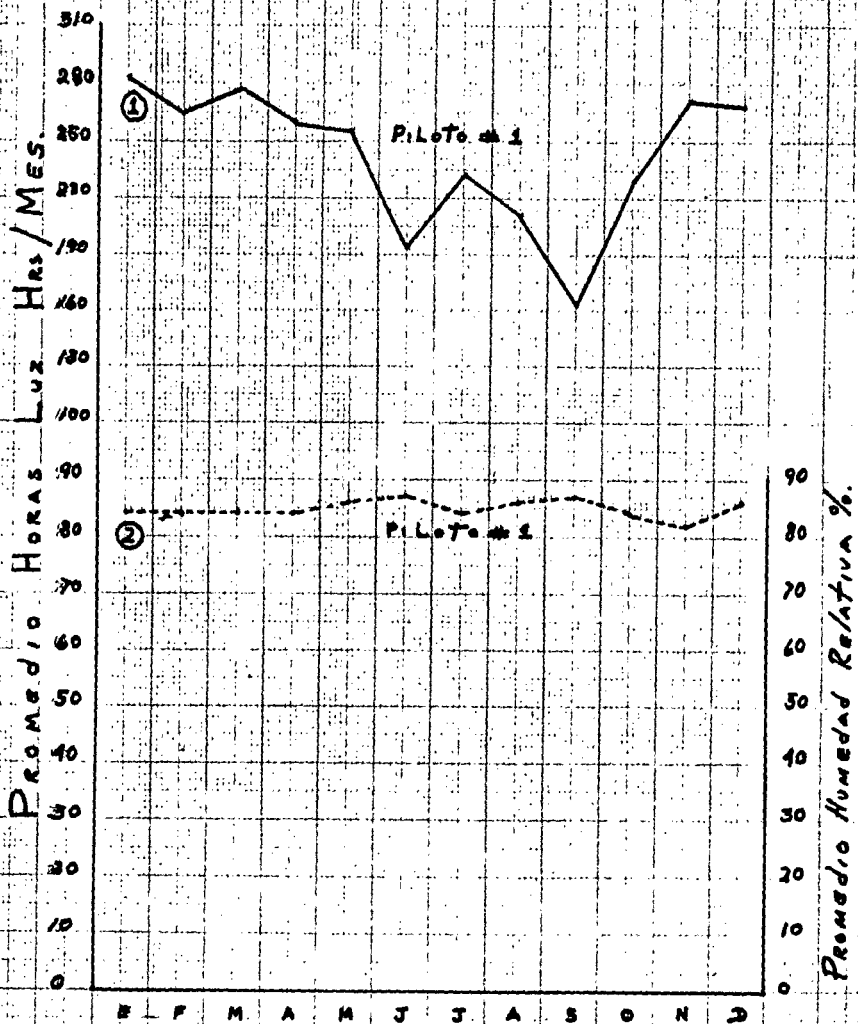


Fig. 3.- MESES DEL AÑO

Simbología: ① Promedio horas Luz Hrs/MES.
② Promedio humedad relativa %

Al Oeste por la margen izquierda del Río Tehuantepec, con 25 Kms. de longitud.

Area comprendida:- El área total dentro de los límites del Distrito de Riego No.19-- es de 70,233 has. Incluyendo poblaciones y obras de infraestructuras. La superficie regable son 50,807 has. quedando el resto como zonas temporales.

Vías de comunicación:- El Distrito de Riego está comunicado por carreteras asfaltadas con el resto de la República Mexicana y que enlazan las ciudades de Tehuantepec, y Juchitán. El Puerto de Salina Cruz se unió con Coatzacoalcos por medio de la carretera Transístmica pasando por Matías Romero, Acayucán y Minatitlán. La carretera Panamericana comunica a Tehuantepec con la Ciudad de México pasando por Oaxaca y Puebla, así como también con la frontera de la República de Guatemala pasando por el Estado de Chiapas. Cuenta además con carreteras de terracería que lo comunican interiormente, sobre todo al Oeste del Río Sn. Jerónimo. Las comunicaciones ferroviarias, como el ferrocarril Nacional de Tehuantepec que comunica al Puerto de Salina Cruz y las Ciudades de Tehuantepec, Ixtepec y Coatzacoalcos. A Ixtepec llega desde la frontera con Guatemala el ferrocarril Panamericano, además de contarse en este lugar con un Aeropuerto. Hay comunicación marítima por el Puerto de Salina Cruz. Además hay redes de teléfonos, telégrafos y servicio postal a todas las poblaciones de cierta importancia.

Formación Geológica:- Según estudios todo parece indicar que el istmo de Tehuantepec, fué un foco de dinamismo intenso en épocas geológicas al considerar que las rocas de la planicie tienen un origen de la era proterozóica. Al ocurrir la emersión-- pudieron suscitarse deformaciones, pero las irregularidades más importantes proceden de resto de erosiones de forma colinar, y de crestas de las partes resistentes del granito, pizarra y gneiss. Estos restos de erosión y las montañas que bordean la llanura son el origen de la sedimentación que recubren actualmente la base compleja en forma de conos aluviales, abanicos y llanos.

Aspecto orográfico:- Esta región es considerada como una llanura plana cubierta de sedimentos y de cuyo suelo se elevan pequeñas colinas de poca altura con laderas de pendiente pronunciada. Esta planicie está formada por los Ríos de Tehuantepec, Chica

pa y el arroyo Sn. Jerónimo; de los cuales el primero es el más importante y antiguo. La pendiente es sensiblemente del Norte a Sur en lo general, con excepción de los terrenos situados hacia el cerro de la cueva donde la pendiente es hacia el río, así como hacia el mar. Toda la planicie es uniforme y no es interrumpida por alguna elevación importante. En resumen topográficamente se considera que el Distrito de Riego es una llanura típicamente plana. El terreno que circunrodea el Distrito es accidentado y constituido de rocas primitivas originadas probablemente de formaciones secundarias como la sierra de Huamelula que se desprende del nudo del Zempoaltepec que se dirige al sur del Estado de Oaxaca y sus últimas estribaciones, los cerros de Morro, Huiltotepec, Lieza y Tehuantepec tienen igualmente en su constitución geológica rocas primitivas.

Aspecto Edafológico:- La llanura costera semi-seca del pacífico donde se encuentra el Distrito de Riego, existen suelos de pradera rojiza tropical como suelo zonal. Su textura es de marga arenosa y marga arcillosa, de estructura de bloques o prismática. Grietas de contracción de 2 a 6 cms. que indican su gran proporción de arcilla que se forman con la estación seca y se profundiza en los prismas hasta 125 a 140 cms.-(11).

Lope Avila (24) nos dice que los suelos que componen el Distrito de Riego No. 19 del Istmo de Tehuantepec, Oax., son de origen granítico y calizo y que se han formado como resultado de la acción de los factores de la intemperización sobre la roca, que durante las diferentes eras geológicas han emergido o permanecido sumergidas y sobre el material de acarreo proveniente de los cerros circundantes.

Los suelos por su grado de intemperización se les ha agrupado como sigue:

- 1.- Recientes
- 2.- Jóvenes
- 3.- Medianamente intemperizados.

Los primeros están en el inicio de su desarrollo por la escasa acción del intemperismo y comprenden las series Ríos y Juchitán. En los suelos jóvenes el desarrollo es más avanzado notándose una ligera diferenciación de los horizontes. Pertenecen -

al grupo las series Mixtequilla, Ventosa, Tehuantepec y Guichilaul. Los suelos medianamente intemperizados muestran un desarrollo mayor que el grupo anterior. Hay diferenciación de horizontes y presenta una mayor acumulación de cal en forma de mo-
tas visibles en los horizontes B. Pertenece a este grupo la serie Olivo.

Por su modo de formación, se cree que antiguamente esta zona estuvo bajo el mar lo cual originó concentraciones variables de cales en sus extractos superiores y después de emerger la cubrieron materiales acarreados por las corrientes pluviales que atraviesan la planicie. Esto explica el carácter salino de estos suelos.

Por esta circunstancia se han clasificado de origen aluvial y lacustre. Los primeros se han desarrollado sobre los materiales que el agua de los riegos acarreó y pertenecen al grupo las series Ríos, Juchitán, Ventosa, Mixtequilla y Tehuantepec.

Los segundos se han desarrollado sobre los materiales que los ríos acarrearón a lagunas, lagos y pantános y que al secarse los depósitos de agua, han quedado aldescubierto y pertenecen al grupo las series Guichilauli y Olivo.

La serie Ríos y la Juchitán son de textura ligera, mientras que las demás series la textura varía de media a pesada. Con excepción de la serie Ventosa que tiene un área definida, las otras series se localizan indiscutiblemente en todo el área de estudio. En general los suelos localizados dentro del Distrito de Riego # 19 están representados por 7 series que son: Tehuantepec, Juchitán, Guichilaul, Ventosa, Ríos, Olivo y Mixtequilla.

NOTA.- Las series de suelos que el autor considera factibles para las siembras del cultivo del arroz son: Juchitán, Tehuantepec, Guichilaul y Ventosa.

SALINIDAD.- Se encuentran áreas salinas bien delimitadas y que son aprovechadas. Mora Blancas (11) reporta que hay sales solubles de cloruro y sulfato de sodio, calcio, magnesio y en menor escala carbonato de sodio. En las 50,807 has. aprovechables el autor considera que por tener un clima árido y un origen marino, se explica en estos suelos la existencia de sales a profundidades cercanas a la zona radicular y que de acuerdo a la textura, a la profundidad del manto freático, a la porosidad, al contenido de sales y al manejo que se les dé, podrán aprovecharse indefinidamente o se --

convertirán para siempre en suelos salinos sódicos o suelos sódicos.

Lope Avila (24) de acuerdo al manto freático encontrado a diferentes profundidades clasifica este en 3 niveles que son: Primer nivel.- De los 10 a los 19 metros de profundidad localizándose en la zona norte. Segundo Nivel:- De los 4 a los 10 mts. de profundidad localizándose en la zona centro. Tercer nivel:- de 1 a 4 mts. de profundidad localizándose en la zona sur.

Es notable observar que las superficies salinas ocupadas por las diferentes clases de suelos no forman un bloque homogéneo (excepto la serie Ventosa), sino por el contrario se encuentran dispersas en toda el área del Distrito de Riego # 19.

pH:- En forma general para las distintas series de suelos en estudio varía entre 7.3 y 8.2

Estado actual de conservación del suelo: A excepción de la serie Olivo y de los suelos dedicados a pastizales o con concentraciones elevadas de alcalinidad, la mayoría de los suelos del Distrito de Riego # 19 han sido sometidos a un desgaste gradual de los elementos nutritivos por la ignorancia del campesino. Los suelos gravemente erosionados por los malos riegos y por los fuertes vientos que arrastran su superficie laborable cuando estos son trabajos para voltear el perfil del suelo y ser expuestos a los fenómenos del intemperismo, han hecho que estos se empobrezcan y requieran el uso de mejores cuidados de conservación empleando mejoradores orgánicos y químicos que eleven la potencialidad de los mismos para un grado de mayor aprovechabilidad -- para la planta en cultivo.

Control de Inundación y obras de drenaje:- El Distrito de Riego # 19 en sus diferentes series de suelos se le puede considerar como un drenaje natural de tipo medio. - Existen zonas con drenaje tan deficiente como las que se encuentran a 3 Kms. al Sur-entre el camino de Juchitán a Tehuantepec sobre el meridiano W.6 y el arroyo Igú(sup. 2,600 has), que aún con la construcción de obras de drenaje, no se lograría su desalinización, por lo que desde un principio se le consideró como área de pastizales.

Sin embargo hay otras zonas, como los suelos de la serie Mixtequilla con la na pa freática a menor profundidad (Sup. 3,281 has.), más los suelos de 4a. clase (sup.

1,500 has.) al Sur del poblado de Comitancillo en donde con obras de drenaje, se lograría su desalinización en un 90% haciendo factibles estos suelos para uso agrícola.

C).- UBICACION DE LOS EXPERIMENTOS.

Para satisfacer las necesidades que el Distrito de Riego No. 19 del Istmo de Tehuantepec, Oax., demanda en materia de fertilización, se iniciaron trabajos de investigación sobre diferentes fórmulas de fertilizantes en el Campo Agrícola Experimental del Istmo Km. 832.5 de la carretera Transísmica dependiente del I.N.I.A. (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), con el objeto de determinar para los diferentes tipos de suelo, la mejor dosis óptima económica, que pueda ser recomendada para elevar los rendimientos a nivel comercial del cultivo del arroz en esta región Istmeña del Estado de Oaxaca.

Tomando como antecedente que hasta la fecha no se habían realizado en esta zona estudios serios sobre fertilización y considerando que las aplicaciones del mismo en cualquier cultivo es factor inapreciable de elevados índices de productividad, se realizaron estos experimentos obteniéndose resultados satisfactorios que serán complementados en años subsiguientes con un número mayor de experimentos tanto en el Campo Agrícola Experimental, como en las zonas comerciales aledañas al mismo.

Para la realización de estos experimentos el autor contó con todas las facilidades por parte de las autoridades del I.N.I.A., dotándosele del terreno necesario, maquinaria y mano de obra necesaria para llevar a buen fin estos trabajos. Además se contó para la elaboración de la presente tesis de libros y trabajos de consulta que pudieran aportar datos y conocimientos que contribuyeran a normar el criterio del investigador.

Se consultaron además dependencias e instituciones oficiales que en una u otra forma pudieran auxiliar a la consecución de informaciones útiles para el trabajo. Se hicieron además, recorridos por la zona indispensables para este tipo de trabajo, ya que ayudan a concepcuar la concepción de las características, recursos y problemas de la región estudiada. Las pláticas personales con profesionistas, técnicos y agri-

cultores son también una gran fuente de información que ayuda al Investigador.

Para los trabajos de investigación en el Campo Agrícola Experimental se usaron 2 lotes de 4 has. c/u., utilizando en las siembras las variedades Milagro filipino y Sinaloa A-68 con una densidad de 120 kgs/ha. de semilla para cada variedad en estudio. Las fórmulas de fertilización se diseñaron entre el Jefe del Departamento de suelos en cooperación con el Encargado del Programa. El diseño experimental usado en ambas variedades fué Bloques al azar de Fisher. Para Milagro filipino se usaron 4 repeticiones y 10 tratamientos diferentes de fertilizantes y en Sinaloa A-68 se usaron 6 repeticiones y 14 tratamientos diferentes de fertilizantes. La distribución de los tratamientos en las diferentes parcelas experimentales fué planeado en base a resultados experimentales obtenidos en otros campos de investigación Experimental, con 1, 2 y 3 aplicaciones de los mismos en diferentes etapas del desarrollo del cultivo. Las fuentes de los fertilizantes usados fueron: urea al 46% N, super fosfato de calcio triple 46% (P_2O_5) y cloruro de potasio 60% (K_2O), para ambos ciclos agrícolas.

En el experimento efectuado durante el ciclo invernal 1969/1970 se sembró en forma comercial una franja distante 100 mts. del experimento definitivo que sirvió como cámara de sedimentación para detener todos los materiales en suspensión que traía el agua consigo para regar estos experimentos. El manejo del agua fué por parcelas individuales con regaderas y desagües propios, con el objeto de evitar arrastres de fertilizantes aplicados a otras parcelas contiguas separadas por bordos de 2.50 mts. de anchura por 80 cms. de corno para evitar que los resultados pudieran falsearse. Se analizaron estadística y biométricamente los datos obteniéndose resultados muy satisfactorios.

En el Campo Experimental del Istmo se cuenta con una buena red de canales distribuidores del agua de riego necesarios para la realización de los cultivos en experimentación; además de maquinaria agrícola indispensable para la realización de estos trabajos. Tiene también una planta fija de trabajadores que se usan como mano de obra para la realización de estos experimentos y dependiendo del exceso de trabajo, se puede conseguir fácilmente trabajadores eventuales que complementen los requere

rimientos de mano de obra necesaria para que los trabajos lleguen a buen fin. Los lotes del Campo Experimental están comunicados entre sí por calles. Durante el mes de Noviembre se recolectaron muestras compuestas de suelos a las profundidades de 0-30 y 30 - 60 cms. en los 2 sitios experimentales.

Estos suelos son de origen aluvial (ver pág. 24) perteneciente a la serie Vento y tenían buenas condiciones de drenaje apropiado para el buen desarrollo del cultivo del arroz. La pendiente en los sitios experimentales varió de 0.1 a 0.2%. En el cuadro No. 3 se describen algunas características de los sitios experimentales y el origen probable de sus suelos.

Cuadro No. 3.- Material de origen, fisiografía y pendientes.

No. DEL EXPERIMENTO	MATERIAL-DE ORIGEN	FISIOGRAFIA	PENDIENTE DRENAJE INTERNO	MANTO FREÁTICO.	LOTE.
Ist-6901-ARR-INV	Aluvial	Llanura de inundación	0.2% Eficiente	2 mts.	E-3
Ist-6902-ARR-INV	Aluvial	Llanura de inundación	0.2% Eficiente	2 mts.	E-3

En el cuadro 4 aparecen los resultados del análisis físico de los 2 sitios experimentales.

Cuadro No. 4.- Resultados del análisis físico de cada una de las muestras de suelo de los sitios experimentales.

No. DEL EXPERIMENTO	PRONFUNDIDAD EN CMS.	TEXTURA	pH	COLOR (ESCALA-MUNSELL)		CLASIFICACION AGRO-NOMICA.
				SECO	HUMEDO	
Ist-6901-ARR-INV	0 - 30	Arcilla	7.70	Café	Café obs..	S. Normal
	30 - 60	Arcilla	7.70	C. amarillo	café obs.	S. Normal
Ist-6902-ARR-INV	0 - 30	Arcilla	7.57	Café	café obs.	S. Normal
	30 - 60	Arcilla	8.25	gris	Café gris- cafesaceo sáceo.	S. Normal

En el cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos en las determinaciones químicas.

* Por su bajo contenido en sales.

Cuadro No. 5.- Análisis químico de muestras de suelo de cada uno de los sitios estudiados.

No. DEL EXPERIMENTO.	PROF. CMS.	KGS./HA. DE NUTRIENTES ASIMILABLES (METODO PEECH).				(METODO BRAY PI).		% NITROGENO TOTAL.	% MAT. ORGÁNICA.	RELACION CARBONO/NITROGENO.
		CALCIO.	MAGNESIO.	POTASIO.	FOSFORO.	FOSFORO.	FOSFORO.			
Ist-6901-ARR-INV.	0 - 30	41,000	1,632	354	18	66	0.143	2.76	11	
	30 - 60	45,000	2,856	105	6	9	0.065	1.38	12	
Ist-6902-ARR-INV.	0 - 30	51,000	2,252	220	13	53	0.133	2.41	10	
	30 - 60	72,000	3,530	130	12	6	0.093	0.83	5	

Las determinaciones de calcio, magnesio, potasio y fósforo asimilables, se hicieron utilizando el método de Peech (1944), el fósforo así mismo se determinó por el método - Bray PI, Bray (1945), el nitrógeno total utilizando el método Kjeldahl-Gunning y la materia orgánica por el método de Walkley y Black (1947).

En el cuadro No. 6 se representa la clasificación agronómica de los sitios experimentales. Lote E-3 Campo Exptal. del Istmo.

Cuadro No. 6.- Clasificación agronómica de los sitios experimentales.

No. DEL EXPERIMENTO.	PROF. CMS.	NUTRIENTES ASIMILABLES (METODO PEECH).				(METODO BRAY PI)		% NITROGENO.	% MAT. ORGÁNICA.	RELACION CARBONO/NITROGENO.
		CALCIO.	MAGNESIO.	POTASIO.	FOSFORO.	FOSFORO.	FOSFORO.			
Ist-6901-ARR-INV.	0 - 30	Ext.Rico	Ext.Rico	Ext.Rico	Mediano	Ext.Rico	Med.Rico	Med.Rico	Mediana.	
	30 - 60	" "	" "	Pobre	Ext.Pobre.	Bajo.	" "	" "	" "	
Ist-6902-ARR-INV.	0 - 30	" "	" "	Med.Rico	Pobre	Ext.Rico	" "	" "	Baja.	
	30 - 60	" "	" "	Pobre	Pobre	Bajo	" "	Pobre.	Muy Baja.	

micas efectuadas en las muestras de Suelos procedentes de cada uno de los sitios experimentales.

El contenido de calcio y magnesio asimilables fué extremadamente rico en cada una de las muestras analizadas. En lo concerniente a fósforo la variación fué de mediano a extremadamente rico a pobre. El fósforo por el método de Bray P_1 la variación fué de extremadamente rico a bajo. El contenido de nitrógeno total en todas las muestras se mantuvo medianamente rico. El % de M. orgánica varió de medianamente rico a pobre y la relación carbono/nitrógeno la variación fué de mediana a muy baja.

En el cuadro 4 se presenta la textura, el pH y el color del suelo. La determinación de la textura se hizo utilizando el método del hidrómetro de Boyoucos (1957), el pH con potenciómetro Beckman mediante una suspensión de 1:1 suelo: agua, A.C.H. (1954), la conductividad eléctrica en extracto de suelo saturado utilizando el puente de Whaststone. (Richard 1954) y no aparecen en el cuadro ya que todos los suelos resultaron ser normales, en cuanto a su contenido de sales tanto sódicas como salinos sódicas, por lo que se consideran suelos aptos para la agricultura.

En el cuadro 4 se puede observar que la textura de los suelos fué arcilla en todos los casos, el pH varió de 7.57 a 8.25 resultando ligeramente alcalinos (Moreno-Dahme, 1958). (25) el color tanto en seco como en húmedo se determinó por medio de las tablas de Munsell variando de café, café amarillento claro a oscuro.

D.- DISEÑO EXPERIMENTAL EMPLEADO.

Se usó un diseño de bloques al azar, con 4 y 6 repeticiones (Cockran y Cox, 1950), de los siguientes tratamientos:

Experimento Ist-6901-ARR-INV. Variedad Milagro filipino

No. TRAT.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.-	0	0	0
2.-	0	40	0
3.-	60	40	0
4.-	120	40	0

5.-	180	40	0
6.-	240	40	0
7.-	300	40	0
8.-	180	0	0
9.-	180	80	0
10.-	180	40	60
11.-	0	40	0 + a) 120 - 0 - 0 + 60 - 0 - 0
12.-	0	40	0 + a) 60 - 0 - 0 + 120 - 0 - 0
13.-	0	40	0 + b) 180 - 0 - 0 + 0 - 0 - 0
14.-	0	0	0 + c) 120 - 40 - 0 + 60 - 0 - 0

Hasta el tratamiento No. 10 el N y P_2O_5 se aplicó todo en la siembra. De éste-- hasta el No. 14 las aplicaciones de N y P_2O_5 fueron divididas.

- a).- Aplicaciones de N a los 45 y 65 días de nacidas las plantas + el P_2O_5 aplicado al momento de la siembra.
- b).- Aplicaciones del N solo a los 45 días de nacidas las plantas + el P_2O_5 aplicado al momento de la siembra.
- c).- Aplicaciones de N a los 45 y 65 días de nacidas las plantas + P_2O_5 aplicado a los 45 días.

Para el experimento Ist-6902 ARR-INV. con la variedad Sinaloa A-68 se usó el -- mismo diseño pero solo se estudiaron 12 tratamientos bajando los niveles hasta 180 - kgs. de N/ha. manteniendo el fósforo igual al anterior como lo demuestran los siguientes tratamientos:

Experimento Ist-6902-ARR-INV. Variedad Sinaloa A-68.

No. TRAT.	N	P_2O_5	K_2O
1.-	0	0	0
2.-	0	40	0
3.-	60	40	0
4.-	120	40	0
5.-	180	40	0

6.-	120	80	0
7.-	120	80	0
8.-	120	40	60
9.-	0	40	0 + a)80 - 0 - 0 + 40 - 0 - 0
10.-	0	40	0 + a)40 - 0 - 0 + 80 - 0 - 0
11.-	0	40	0 + b)120 - 0 - 0 + 0 - 0 - 0
12.-	0	0	0 + c)80 - 40 - 0 + 40 - 0 - 0

La distribución y aplicación del fertilizante fué igual al experimento con Milagro filipino, pero con la variante de que la cantidad de nitrógeno fué menor por suponerse que esta variedad Sinaloa A-6B debido a su ciclo más breve (130 días) requiere menos dosis de fertilizantes.

Nota.- Las cantidades de NPK expresadas en los diferentes tratamientos del diseño experimental usado para los 2 experimentos que forman base de este trabajo están dados en Kgs./ha.

E).- DATOS GENERALES DE LAS OBSERVACIONES DE CAMPO EFECTUADAS DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO Y LAS PRACTICAS DE DETERMINACION DE LOS RENDIMIENTOS Y RESPUESTAS-- A NPK.

Durante el ciclo Invierno/Primavera 1969/1970 se llevó a cabo en terrenos del Campo Agrícola Experimental del Istmo, localizado en la (3a. unidad, hoy 2a.) del Distrito de Riego No. 19, dos experimentos de fertilizantes en arroz bajo riego, iniciándose así, los trabajos tendientes a estimar la deficiencia nutricionales de los suelos dedicados a este cultivo en la zona de riego del Istmo de Tehuantepec, Oax.

Como antecedente diremos que estos experimentos fueron bien planeados para su realización por el Departamento de Suelos del INIA: (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), con el objeto de encontrar una fórmula de fertilización que en forma comercial alcance los máximos rendimientos en grano para la zona, tomando en consideración que a excepción de estos trabajos experimentales, no había nada hecho para el mejoramiento del cultivo en materia de fertilización.

En los primeros días de Diciembre se le dió al terreno un pre-riego para ablandarlo un poco y facilitar la entrada de los implementos en el suelo.

Por lluvias imprevistas la precipitación del terreno se retrazó casi 25 días--- y la fecha de siembra recomendada para esta zona se acercó al final del límite con--- fiable. Cuando el lote dió punto de barbechó en forma cruzada para darle después 2--- pasos de rastra.

La fecha de siembra se realizó el 15 de Enero de 1970. Se levantó un croquis -- del terreno con nivel americano siguiendo el sistema de cuadrículado estacando cada 20 mts. en ambos sentidos con estacas de color negro y rojo con el objeto de determi--- nar las partes altas y bajas del lote, para después nivelarlo con niveladora mecáni--- ca hasta dejar una pendiente de 0.1 al millar sobre el lado N-S. Se le realizaron -- pruebas de germinación a la semilla de siembra, reportando el 91 y 93% para ambas - variedades. Se sembró el 15 de Enero de 1970. La siembra fué directa (en seco) y se- efectuó con sembradora mecánica previamente regulada para tirar 120 Kgs. de semilla- /ha., la distancia de siembra fué de 15 cmts. entre surcos. Las variedades de arroz- usadas para los 2 experimentos efectuados en este lote de 4 has. 13 áreas y 17 cente--- áreas fueron Milagro filipino y Sinaloa A-68. La parcela útil fué de 16 surcos de -- 5 mts. cada uno de longitud X 35 cmts. de ancho, la parcela total constó de 20 sur- cos de 7 mts. cada uno de longitud X 35 cms. de ancho. El número de surcos por blo- ques fué de 1,680 que comprende 144 parcelas de que constó los 2 experimentos. La -- parcela total fué de 49 M². correspondiendo a la parcela útil 25 M². Con el objeto-- de controlar debidamente el agua de riego y la humedad, los tratamientos fueron deli--- mitados entre sí con bordos de 2.50 mts. de ancho X 0.80 mts. de corona, bien refor- zados con el objeto de retener el oleaje provocado en el agua de riego por los fuer- tes vientos del NE. Se trazaron canales de desagües y regaderas en cada una de las-- parcelas para contrarrestar el posible efecto de movilización del fertilizante a --- otras contiguas una vez que se estableciera el anegamiento de las m smas. El arroz-- se trató para el control de malezas con una mezcla de 9 lts. de Stam F-34 + 1 lt. de 2-4-D-Amina + surfactante en el agua suficiente. Controlaron plagas usando Folldol - 50% E en proporción de 20 cc. en 12 lts. de agua para control de chinche café, picu- do, periquillos, etc., haciendo las aplicaciones necesarias al cultivo en las etapas

de floración y estado lechoso. Se tomaron observaciones de campo, siguiendo toda la secuencia del cultivo. Se trazaron cámaras de sedimentación, que bordearon el experimento y se hizo serpentear el agua a través de estas cámaras para disminuir su velocidad y además se trazó una franja de 15 parcelas distante del sitio experimental en 200⁰ mts. aproximadamente, haciendo circular por las mismas el agua usada para el riego de los experimentos con el objeto de contrarrestar un poco el azolve y pasarla a través de un sifón hacia las cámaras de sedimentación de los lotes experimentales. Se hicieron observaciones de la humedad del grano de las parcelas experimentales y cuando esta fué menor del 20%, el arroz palay se asoleó por espacio de 2 días, determinándose nuevamente la humedad y el peso del grano procediéndose finalmente al acomodamiento de los datos y a la realización de los análisis estadísticos correspondiente a cada uno de los experimentos.

(1)

Para el manejo del agua se emplearon "mapaches" en vez de cajas en la entrada y salida de cada una de las parcelas experimentales por considerar que este sistema es el más barato y además tiene la ventaja que el control del agua también es bastante eficiente. Con relación a los riegos, el fuerte viento reinante en el mes de enero y febrero, obliga a que se le den demasiados riegos a este cultivo para favorecer la germinación, ya que el efecto de éste, reseca el terreno formando una costra en su superficie de 4 cms. de espesor tan dura que no es posible que la planta en desarrollo perfora dicha capa, por lo que se hace necesario ablandar el terreno a base de riegos, mientras la planta brota y crece hasta poder entablar el agua sin correr el peligro de destruirla por asfixia, ya que a pesar de que se procuró que el terreno estuviera lo más nivelado que fuera posible, existieron algunas partes bajas en las parcelas en las cuales si se entablaba el agua, se corría el peligro de la muerte de la planta por asfixia. Además en este período se aplicó el herbicida para el control de malezas y evitar de este modo que las malas hierbas compitieran con el arroz después de efectuada la aplicación en la siembra del fertilizante.

Los efectos del viento dificultan el desarrollo de la planta quemando las partes más tiernas (Apice) y deshidratando las hojas debido esto primordialmente a que-

(1) Trozos de madera en forma de empalizada.

estos vientos durante esta época son fríos y secos y el efecto mecánico constante-- que sufren las plantas durante las 24 hrs. del día, delimita a esta zona para el -- uso exclusivo de variedades de arroz de paja corta, ya que las de paja larga sufren fuertes acames. En el caso del fertilizante, este se aplicó al voleo en cada una de las parcelas experimentales conforme al diseño experimental, previamente calculada-- la cantidad del elemento o de la mezcla para cada una de dichas parcelas. El herbi-- cida se aplicó con bomba de mochila de acuerdo a las especificaciones mencionadas an-- teriormente. El insecticida fue aplicado con bomba de motor manual, usando la dosifi-- cación y épocas de aplicación anteriormente descritas. En vista de que el herbicida no pudo controlar los zacates principalmente zacate de agua (*Echinochloa colonum*) y de obra con azadones en los meses de marzo y abril, retirando el agua de las parce-- las en el primero por espacio de 6 días con el objeto de secar el suelo y poder tra-- bajar con el implemento dentro de las parcelas y además se favoreció el arroz agrie-- tando el suelo para proporcionarle oxígeno atmosférico. En el mes de Abril se logró controlar eficientemente estos zacates con azadón trabajando en las parcelas inunda-- das. Para tener una idea más exacta de las malezas que infectan al cultivo del arroz en este sitio experimental, se mandaron al Colegio de Potsgraduados en Chapingo, Méx. para su identificación algunas muestras de estos zacates, siendo los que a continua-- ción se mencionan y que tuvo a bien identificarlas el C. Ing. Efraín Hernández X.

Cuadro No. 7.- Zacates más importantes en el cultivo del arroz dentro del Distrito-- de Riego No. 19, Tehuantepec, Oax.

No. NOMBRE VULGAR	NOMBRE TECNICO
1.- Sesbania	<i>Sesbania Aegyptiaca</i> (Pers.)
2.- Garrachuela	<i>Digitaria of. sanguinalis</i> (Scop).
3.- Zacate yonhson	<i>Sorghum halepense</i> (L).
4.- Zacate pinto	<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link.
5.- Hierba amor	<i>Eragrostis</i> P. (Beaus).
6.- Quelite espinoso.	<i>Amaranthus Spinusus</i> .
7.- Coquillo.	<i>Cyperus rotundus</i> (L.)

8.- Hierba hedionda.	<i>Eragrostis Cillanensis</i> (ALL.)Luta- ti.
9.- Euforbia pintada.	<i>Euphorbia Maculata</i> (L).
10.- Zacate manitas	<i>Digitaria sanguinalis</i> (Scop.).

Los mas importantes zacates que infectan este cultivo a criterio del autor, --- fueron por orden de importancia los números 4,3,5,7,6,10,8,1. Los siguientes restantes zacates no son de importancia económica en vista de que existen en pequeñas cantidades. El retiro del agua de las parcelas experimentales cuando se iban a realizar las aplicaciones de fertilizantes se hacia 3 días antes y una vez fertilizadas, se + iniciaba nuevamente para poder realizar con eficiencia los trabajos que se requerían. Los pájaros son un problema para el cultivo en las etapas de germinación y madurez, - ya que en la primera al regarse el terreno estos animales se bañan dentro de las par- celas y arrancan las plántulas para comerse la semilla. Mientras que en la segunda-- al retirarse el agua para acelerar la maduración del grano, los daños son notables-- sobre todo en las parcelas donde la paja es más abundante encontrando un buen sopor- te para pararse y alimentarse de los granos.

En la siguiente relación se presentan las fechas de aplicaciones de fertilizantes, riegos, herbicidas e insecticidas. Además de las diversas observaciones realiza- das en el sitio experimental durante el desarrollo del cultivo para las 2 variedades en estudio.

Fechas en que se realizaron aplicaciones de fertilizantes, riegos, herbicidas e in- secticidas y se llevaron a cabo trabajo de campo diversos en el experimental.

VARIEDAD	No.EXPERIMENTO	APLICACION DEL FERTILIZANTE.			
		F.S.	1a.FERT.	2a.FERT.	3a.FERT.
M. filipino	1st-6901-Arr-inv.	21/L/70	26/1/70	8/11/70	26/11/70
Sinaloa A-68	1st-6902-Arr-inv.	22/1/70	27/1/70	9/11/70	27/11/70

Calendario de Riegos

VARIEDAD	M. Filipino.	Sinaloa A-68
Riego siembra	21/1/70	22/1/70
1er. Riego auxilio.	28/1/70	31/1/70
2o. Riego auxilio.	5/11/70	6/11/70
3er. Riego auxilio.	11/11/70	12/11/70

4o. Riego auxilio.	16/11/70	18/11/70
5o. Riego de auxilio.	20/11/70	23/11/70

Fechas del retiro del agua antes de la aplicación de los fertilizantes

VARIEDAD.	1er. RETIRO	2o. RETIRO	3er. RETIRO.
M. Filipino	Riego	5/11/70	23/11/70
Sinaloa A-68	Riego	6/11/70	24/11/70

Calendario de aplicación de insecticidas y herbicidas.

VARIEDAD	1a. APLIC.	2a. APLIC.	3a. APLIC	4a. APLIC.
M. Filipino	22/V/70	28/V/70	4/VI/70	12/VI/70
Sinaloa 4-68	22/V/70	28/V/70	5/VI/70	11/VI/70

Diversas observaciones de campo hechas durante el desarrollo del cultivo en este sitio experimental.

VARIEDAD.	F. SIEMBRA	F. GERMINACION 50%	RESP. VEG. POST. A.	ALT. PROM. CMS.	LONGITUD PANOJA PROM. CMS.
M. Filipino	21/1/70	30/1/70	N y P	70	20
Sinaloa A-68	22/1/70	31/1/70	N y P	65	18

	EPOCA FLO-RACION 50%	ESTADO - LECHOSO 50%	EPOCA MAD. 50%	FECHA DE COSECHA.
M. Filipino	20/V/70	30/V/70	15/VI/70	26/VI/70
Sinaloa A-68	1/VI/70	12/VI/70	30/VI/70	5/VII/70

Grado de daño de plagas y fechas de observación.

Chínche café	Mediano	25/V/70	1/VI/70	9/VI/70
Picudo acuático	Ligero	25/V/70	1/VI/70	9/VI/70
Chicharritas	Ligero	25/V/60	1/VI/70	
Pulgón lanífero	Ligerísimo	25/V/70		

G. Barrenador-
(Chilo Loftini) Nulo.

Grado de infestación de malezas y fechas de su control.

Enero	Nulo		
Febrero	Ligero	4/11/70	Herbicida Stam F-34 + 2-4-D-Amina.

Marzo	Mediano	24/III/70	Con azadón en seco
Abril	Mediano	28/IV/70	Con azadón dentro del agua.
Mayo	Nulo		
Junio	Nulo		

La cosecha es otro de los factores importantes por el cual es muy recomendable tener en cuenta las fechas de siembra para esta zona, ya que el salirse de ellas, -- significa como se ha visto, que en siembras tanto experimentales como comerciales, -- la pérdida de grano por causa de los fuertes vientos fluctúa entre el 30 y 40% del total de grano/ha. Sin embargo también cuando cae dentro de la temporada de lluvias las pérdidas fluctúan entre el 25 y 30% considerándose la difícil mecanización del terreno para su cosecha así como pudrición y germinación de los granos de la panoja de la planta en pie.

Se visitaron cada uno de los experimentos a intervalos de 3 a 4 días de la siembra hasta la cosecha y se hicieron apreciaciones de las condiciones existentes que pudieran haber afectado el desarrollo del arroz. Cabe señalarse que el lote E-3 donde se efectuaron estos trabajos experimentales tiene 3 años de sembrarse con maíz y sorgo en forma comercial por el Campo experimental. Anteriormente tenía varios años de sembrarse con maíz regional (zapalote chico) y sin fertilización alguna por ejida tarlos avencidados en estos terrenos.

En las observaciones del ciclo de desarrollo de la planta se pudo observar que hubo respuestas vegetativas a nitrógeno y fósforo en las parcelas que contenían dichos elementos. No se observó respuesta a potasio. La competencia de las malezas con el cultivo fué fácilmente eliminado en los meses en que se presentó. Las plagas y enfermedades fueron controladas oportunamente en los 2 sitios experimentales, por lo que se considera que no afectó en forma significativa los rendimientos obtenidos con los diferentes tratamientos experimentales estudiados. El herbicida Stam F-34 se mezcló con 2-4-D-Amina y Surfactante en proporción de 9:1:1 lts/ha. para control de malas hierbas de hoja ancha y zacates de hoja angosta con excepción del zacate pinto (Echinochloa colonum (L). Link), zacate Yonhson (Sorghum halepense, (L), Coquillo---

(*Cyperus rotundus*, (L).

Cuadro No. 8.- Rendimientos de arroz obtenidos con fiderentes tratamientos de fertilizantes en el experimento realizado en el lote E-3 del Campo Agrícola Experimental del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, usando la variedad Milagro Filipino. Ciclo 1969/1970.

No. TRAT.	DOSIS SIEMBRA	Y	EPOCA DE APLICACION		RENDIMIENTO TON/HA.
			45 DIAS	65 DIAS	
1.-	0 - 0 - 0				4.47
2.-	0 - 40 - 0				4.56
3.-	60 - 40 - 0				5.66
4.-	120 - 40 - 0				6.65
5.-	180 - 40 - 0				6.89
6.-	240 - 40 - 0				6.86
7.-	300 - 40 - 0				6.82
8.-	180 - 0 - 0				6.96
9.-	180 - 80 - 0				6.76
10.-	180 - 40 - 60				5.78
11.-	0 - 40 - 0		+ 120 - 0 - 0	+ 60 - 0 - 0	6.65
12.-	0 - 40 - 0		+ 60 - 0 - 0	+ 120 - 0 - 0	6.79
13.-	0 - 40 - 0		+ 180 - 0 - 0	+ 0 - 0 - 0	7.24
14.-	0 - 0 - 0		+ 120 - 40 - 0	+ 60 - 0 - 0	7.11
				DMS AL 5%	0.69
				DMS AL 1%	0.92
				C.V. %	5.2

Sólamete en el tratamiento 14 el fósforo fué desplazado en su aplicación de la siembra a los 45 días con 180 Kgs./ha. de nitrógeno repartido a los 45 y 65 días de nacida la planta.

Para este experimento se estudiaron 6 niveles de nitrógeno (N), 3 niveles de fósforo (P₂O₅) y 1 nivel de potasio (K₂O), más 4 formas de aplicación del nitrógeno-

y fósforo formándose en total 14 tratamientos.

Cuadro No. 9.- Rendimiento de arroz obtenidos con diferentes tratamientos de fertilizantes en el experimento realizado en el lote E-3 del Campo Agrícola-Experimental del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, usando la variedad Sinaloa A-68 Ciclo 1969/1970.

No. TRAT.	DOSIS SIEMBRA	Y	EPOCA DE APLICACION						RENDIMIENTO TON/HA.
			45 DIAS			65 DIAS			
1.-	0 - 0 - 0								4.20
2.-	0 - 40 - 0								4.22
3.-	60 - 40 - 0								5.17
4.-	120 - 40 - 0								5.71
5.-	180 - 40 - 0								6.05
6.-	120 - 0 - 0								5.59
7.-	120 - 80 - 0								6.23
8.-	120 - 40 - 60								5.71
9.-	0 - 40 - 0	+	80	- 0	- 0	+ 40	- 0	- 0	6.25
10.-	0 - 40 - 0	+	40	- 0	- 0	+ 80	- 0	- 0	5.66
11.-	0 - 40 - 0	+	120	- 0	- 0	+ 0	- 0	- 0	6.09
12.-	0 0 - 0	+	80	- 0	- 0	+ 40	- 0	- 0	6.69
								D.M.S. al 5%	0.54
								D.M.S. al 1%	0.72
								C.V.	8.3

Sóamente el tratamiento 12, el fósforo fué desplazado en su aplicación de la siembra hasta los 45 días después de ésta, con 120 Kgs. de N/ha. repartido a los 45 días de nacida la planta.

Para este experimento se estudiaron 4 niveles de nitrógeno (N), 3 niveles de fósforo (P_2O_5) y 1 nivel de potasio (K_2O) y 4 formas de aplicación del nitrógeno y fósforo formándose en total 14 tratamientos.

En ambos experimentos como fuentes se usó: urea el 46% de N, Super fosfato de calcio triple 46% (P_2O_5) y cloruro de potasio 60% (K_2O).

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.

1).- RESPUESTA A NITROGENO.

En los 2 sitios experimentales se obtuvieron aumentos en los rendimientos unitarios al efectuarse aplicaciones de nitrógeno.

En el experimento No. 1 en la variedad Miliagro Filipino se observó que los rendimientos aumentaron significativamente hasta la dosis de 120 Kgs. de N/ha. Aplicaciones mayores con este elemento manifestaron un aumento en los rendimientos, sin embargo no alcanzaron la significancia estadística. El testigo rindió 4.47 Ton./ha. de Arroz palay en estos suelos con pH = 7.70 (ligeramente alcalinos) sin fertilización alguna. Con 120 Kgs. de N/ha. en presencia de 40 Kgs. de P_2O_5 /Ha. el rendimiento fué de 6.65 Ton./ha. de Arroz palay. Aplicaciones sucesivas de 180, 240 y 300 Kgs. de N/ha. en presencia de la misma cantidad de fósforo los rendimientos se incrementaron en 6.89, 6.86 y 6.82 Ton./ha. de Arroz palay con relación al tratamiento 4 (120-40-0) sin alcanzar la significancia estadística. Todos estos niveles fueron aplicados en el momento de la siembra. El más alto rendimiento de campo se obtuvo en la fórmula 180-40-0 (7.24 Ton./Ha. de Arroz palay) aplicando el nitrógeno totalmente a los 45 días con el fósforo (P_2O_5) en la siembra. En general podemos observar que casi es lo mismo 180 que 120 Kgs. de N/ha.; luego si aplicásemos 120 Kgs. de N/ha. a los 45 días aumentaría la eficiencia del nitrógeno y podría ser esta dosis más económica y efectiva debido a la mayor necesidad de absorción de los nutrimentos por la planta en esta etapa de su desarrollo vegetativo (amacollo). El incremento promedio debido a la aplicación en la siembra de 60 Kgs. de N/ha. fué de 1.10 Ton/ha. de Arroz palay; de 60 a 120 fué de 0.99 Ton/ha.; de 120 a 180 fué de 0.24 Ton/ha. Pero cuando se aplicaron 240 y 300 kgs. de N/ha. no hubo variación en los incrementos promedio comportándose casi igual a la dosis de 180 Kgs. de N/ha., todo en presencia de 40 Kgs. de P_2O_5 en la siembra.

Por lo tanto es más efectivo aplicar el nitrógeno en forma total a los 45 días de nacidas las plantas que al momento de la siembra para suelos similares al estudiado con P_2O_5 en la siembra.

En el experimento No. 2 con la variedad Sinaloa A-68, los rendimientos aumentaron también en forma significativa hasta la dosis de 120 Kgs. de N/ha. alcanzando DMS al 5%. En este sitio se encontró que es significativa la respuesta a nitrógeno tanto en la siembra como dividido a los 45 y 65 días de nacida la planta. El testigo rindió 4.20 Ton./ha. de Arroz palay en suelos de pH = 7.57 (ligamente alcalinos) sin fertilización alguna. Escalones más altos de 120 kgs. de N/ha. manifestaron numericamente ser superiores en rendimiento sin llegar a alcanzar la significancia estadística. El más alto rendimiento de campo 6.69 Ton/ha. de Arroz palay se obtuvo cuando el nitrógeno fué dividido (80 y 40 Kgs./ha.) a los 45 y 65 días de nacidas las plantas en presencia de 40 Kgs. de P_2O_5 aplicado a los 45 días; por lo tanto se observa que el nitrógeno es más eficiente dividiéndolo a los 45 y 65 días que aplicado en la siembra desde el punto de vista económico para el agricultor. El incremento promedio debido a la aplicación en la siembra de 60 Kgs. de N/ha. fué de 0.75 ton/ha. de Arroz palay. Al aumentar la dosis de 60 a 120 Kgs. de N/ha. el incremento fué de 0.54 ton./ha. y por último al fertilizar el Arroz con 180 Kgs. de N/ha. produce un aumento en los rendimientos de 0.34 ton/ha., todo en presencia de 40 Kgs. de P_2O_5 en la siembra.

Por lo tanto es más efectivo aplicar el nitrógeno en forma dividida aplicando la mayor parte a los 45 días y el resto a los 65 días que al momento de la siembra. Esta aplicación dividida del nitrógeno podría simplificarse en una sola a los 45 días de nacida la planta en forma total en presencia de 40 Kgs. de P_2O_5 en la siembra para suelos similares al estudiado.

En las figuras 4 y 5 se encuentra representada gráficamente la respuesta en rendimientos de Arroz palay en ton/ha. a la aplicación del nitrógeno al suelo en presencia de 40 Kgs. de P_2O_5 /ha. en los experimentos 1 y 2 con las variedades Milagro Filipino y Sinaloa A-68 en el lote E-3 del Campo Agrícola Experimental del Istmo, además se representa la curva de respuesta a estas aplicaciones, la D.O.E. encontrada el triángulo de análisis económico y el D.M.S. al 5% y 1% calculado biométricamente.

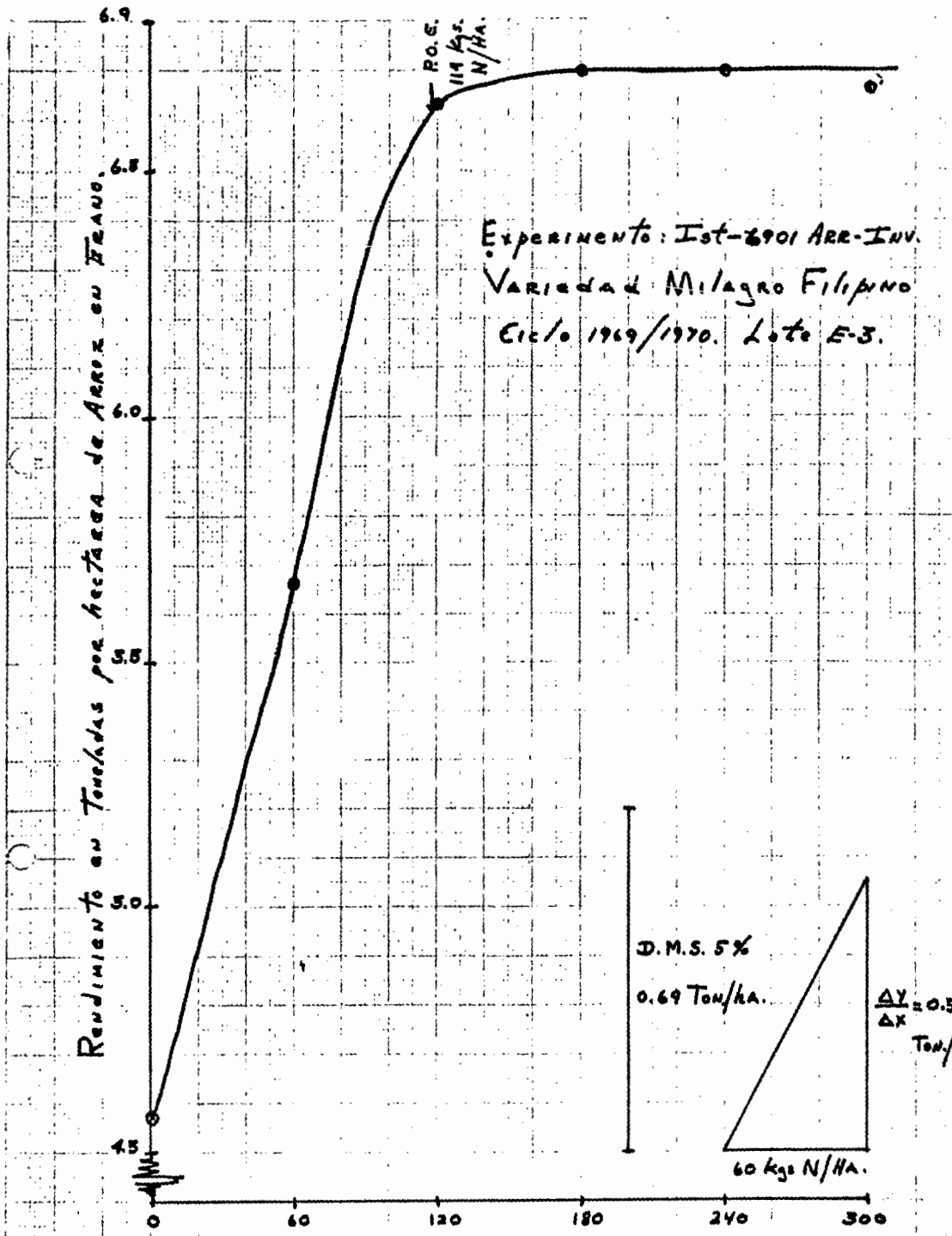


Fig. 4.- kilogramos de Nitrogeno/ha aplicado al suelo en el momento de la siembra en presencia de 40 kg/ha de P₂O₅...

Experimento: IST-6902 ARR-INV. Lote E-3.
 VARIEDAD SINALOA A-68 Ciclo 1969/1970.

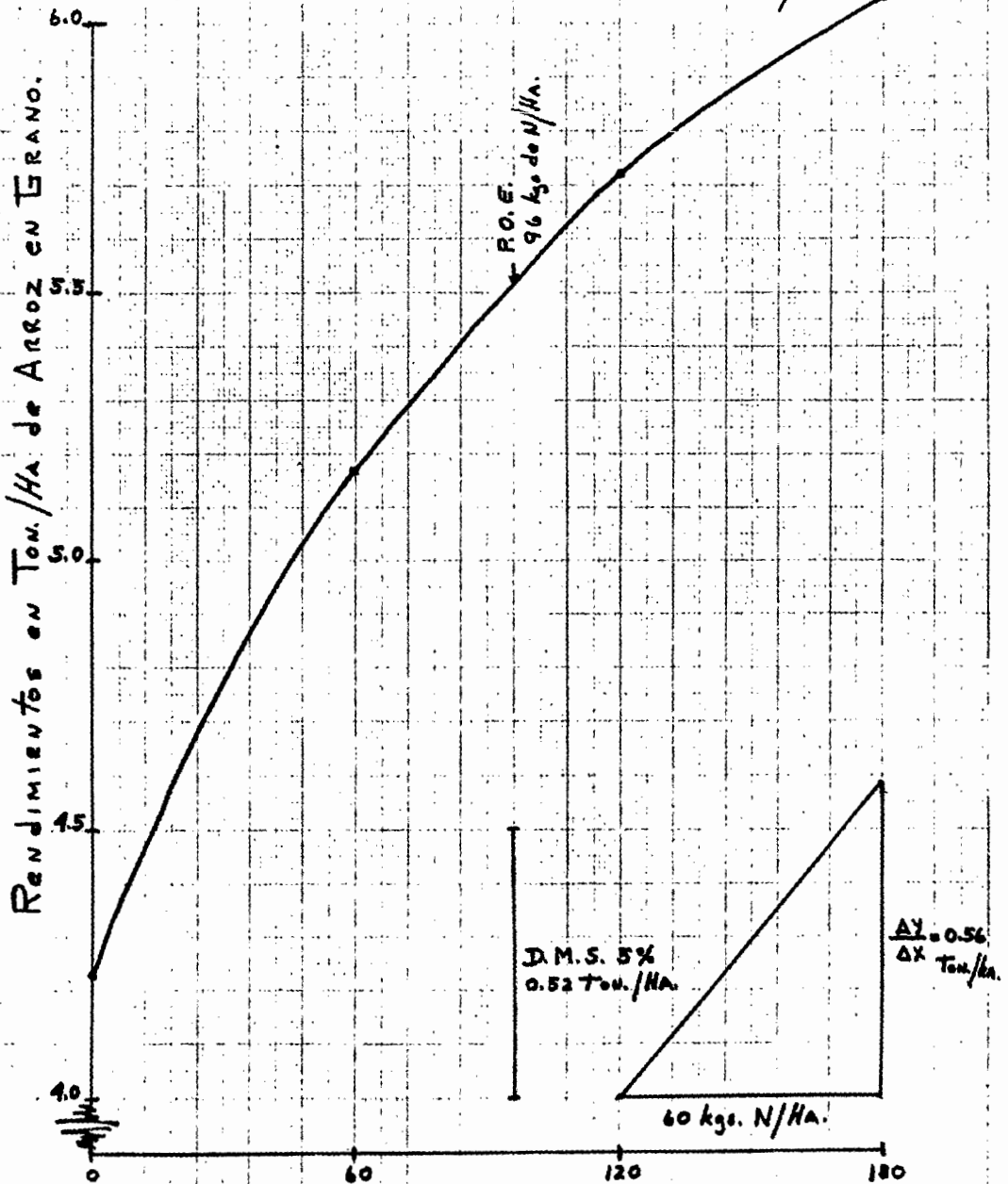


Fig. 5.- Kgs. de NITROGENO/HA aplicado al suelo en el momento de la siembra en presencia de 90 kgs. de P_2O_5 .

2) RESPUESTA A FOSFORO (P_2O_5).

En ninguno de los 2 sitios experimentales tanto para la variedad Milagro Filipino como para la variedad Sinaloa A-68 se encontró respuesta estadísticamente significativa a las aplicaciones con fósforo en dosis de 40 y 80 Kgs./ha. de P_2O_5 en el momento de la siembra, así como a los 45 días de nacida la planta (trat. 14 y 12).

Esto se debe a que los suelos en donde se realizaron estos trabajos son ricos en este elemento, según el análisis químico efectuado a los mismos (ver Pág. 29). Sin embargo en el experimento No. 2 con la variedad Sinaloa A-68 se observó ligera tendencia hasta la dosis de 80 Kgs. de P_2O_5 /ha. pero sin que esta alcanzara la significancia estadística. De donde se concluye tentativamente la reserva de confirmar estos datos con un número mayor de experimentos en esta zona que por el momento no es necesario la aplicación de este elemento para suelos similares al estudiado en ambas variedades.

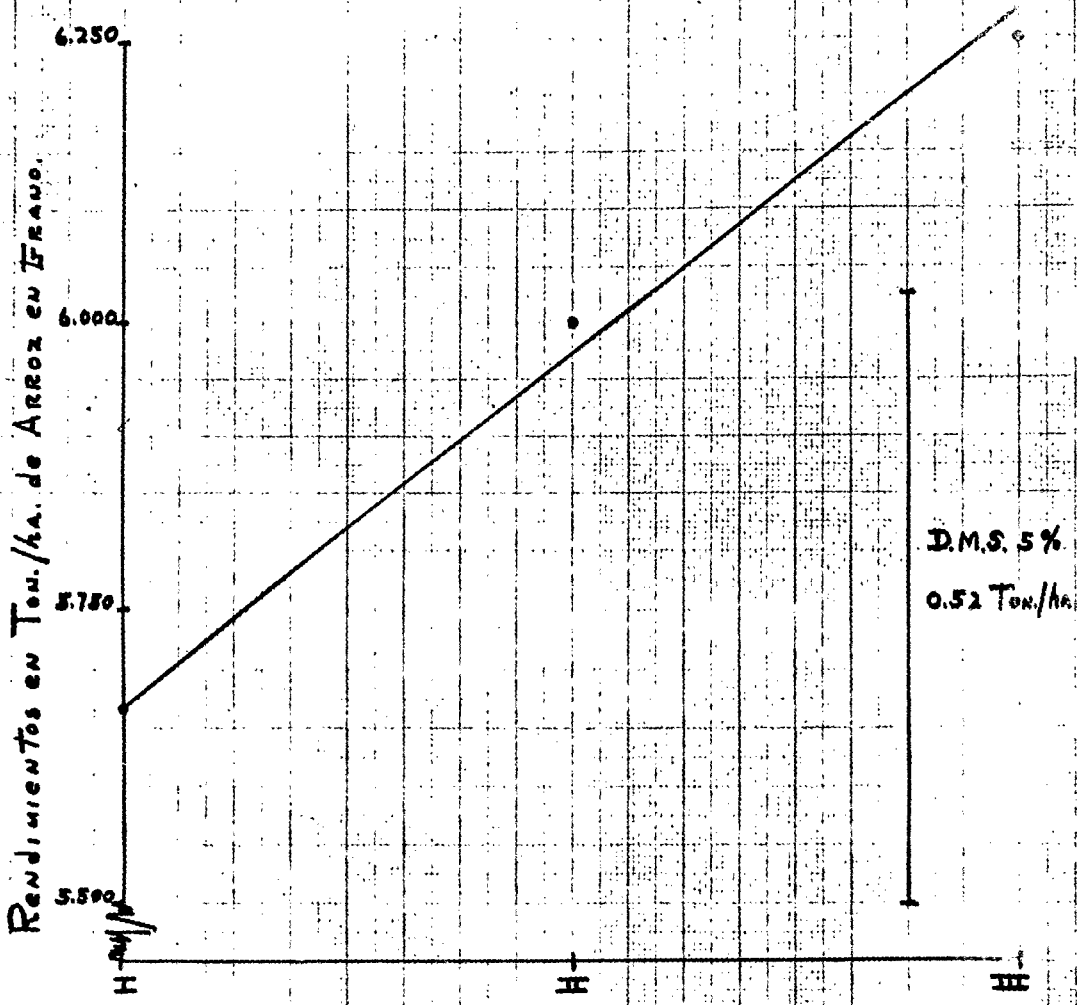
3).- EFECTO DE DIVIDIR LA APLICACION DEL NITROGENO Y SUMINISTRAR ESTE EN DIFERENTES ETAPAS DEL DESARROLLO DEL CULTIVO.

Cuando se efectuaron aplicaciones de los fertilizantes al "voleo" en las siembras de arroz, cuyo propósito fué lograr una mayor eficiencia en la absorción y aprovechamiento por el cultivo en este nutrimento, proporcionándola a las plantas en su período de mayor demanda fisiológica como lo demuestra la relación entre los rendimientos y la forma de aplicar 180 y 120 Kgs. N/ha. en diferentes etapas del desarrollo del cultivo para las variedades Milagro Filipino y Sinaloa A-68 en el Distrito de Riego # 19, señaladas en las figuras 6 y 7.

En el experimento # 1 con la variedad Milagro Filipino se observó que las aplicaciones divididas de nitrógeno a los 45 y 65 días junto con el fósforo (P_2O_5) aplicado en la siembra y a los 45 días no alcanzaron la significancia estadística con relación al nitrógeno y al fósforo (P_2O_5) aplicado en el momento de la siembra.

Sóloamente en el tratamiento 14 (7.11 ton/ha. de arroz palay) se observó un ligero aumento en los rendimientos de 0.22 ton/ha. de Arroz palay con relación al tratamiento 5 (6.89 ton/ha.) pero sin llegar a ser significativo. En los tratamientos 11 y

- I.- 33% aplicado a los 45 días y 67% a los 65 días después de la siembra.
- II.- 100% aplicado a los 45 días después de la siembra.
- III.- 67% aplicado a los 45 días y 33% aplicado a los 65 días después de la siembra.

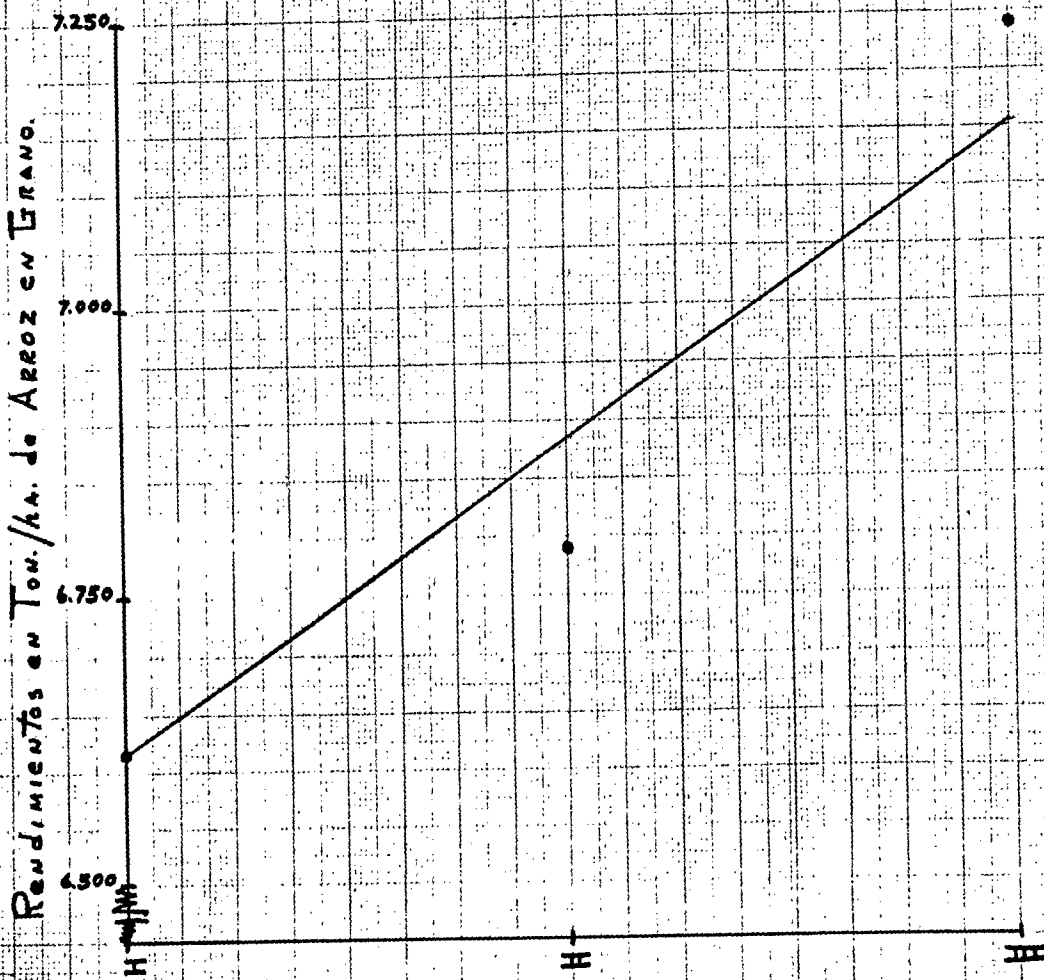


Época de aplicación del Nitrógeno (N).

Fig. 6.- Relación entre rendimientos de arroz y la forma de aplicar 120 kg/ha de Nitrógeno.

Exp: Ist-6902 ARR-INV. VAR. SINA/0A A-12

- I.- 67% aplicado a los 45 días y 33% aplicado a los 65 días después de la siembra.
- II.- 33% aplicado a los 45 días y el 67% aplicado a los 65 días después de la siembra.
- III.- 100% aplicado a los 45 días después de la siembra.



Epoca de aplicación del Nitrógeno (N).
 Relacion entre rendimientos de Arroz y la forma de aplicar 180 kjs/ha de Nitrógeno.
 Exp: IST-6901 ARR-INV. VAR. M. FILIPINO.

Fig. 7.-

12 (6.65 y 6.79 ton/ha. de Arroz palay) con relación al tratamiento 5 (6.89 ton./ha.) las aplicaciones divididas del nitrógeno con relación al aplicado en la siembra resultaron ser ligeramente inferiores; de donde se concluye que para la variedad Milagro-Filipino las aplicaciones divididas del nitrógeno a los 45 y 65 días de nacidas las plantas no modifican en forma estadística los rendimientos, resultando para este caso ser indiferente la aplicación del nitrógeno en forma dividida o al momento de la siembra. El rendimiento medio más alto (7.24 Ton/ha. de Arroz palay) se obtuvo cuando el nitrógeno fué desplazado de la siembra a los 45 días de nacida la planta aplicado en forma total en presencia de 40 Kgs. de P_2O_5 /ha. en la siembra, en relación a los 180 Kgs. de N/ha. con 40 kgs. de P_2O_5 /ha. (6.89 ton/ha. de Arroz palay) del tratamiento 5, en donde los rendimientos se incrementaron en 0.35 ton/ha. de arroz palay

Cabe aclarar que este aumento en ninguna forma se debió a la aplicación dividida del nitrógeno (45 y 65 días); sino a la época de aplicación (45 días) de este nutriente en forma total. Por lo que se considera que probablemente sea más eficiente y económico hacer una sola aplicación del nitrógeno a los 45 días de nacida la planta en vez de aplicaciones divididas (45 y 65 días). En este experimento se tomó el tratamiento 180-40-0 para hacer las comparaciones.

En el experimento No. 2 con la variedad Sinaloa A-68 se observó que las aplicaciones de nitrógeno en forma dividida sí fueron estadísticamente significativas en relación con el nitrógeno aplicado en el momento de la siembra. Así vemos que cuando el nitrógeno fué dividido aplicando la mayor parte a los 45 días y el resto a los 65 días de nacidas las plantas (trat. 9) en presencia de 40 kgs. de P_2O_5 /ha. aplicados en el momento de la siembra (6.25 ton/ha. de Arroz palay) los rendimientos se incrementaron en 0.54 ton/ha. con relación al trat. 4 (5.71 ton/ha. de Arroz palay) en presencia de la misma cantidad de fósforo (P_2O_5) aplicado totalmente en la siembra alcanzando apenas la significancia estadística al 5%. Estas mismas cantidades de nitrógeno con el fósforo (P_2O_5) aplicado a los 45 días señalados en el trat. 12 rindieron (6.69 ton/ha. de Arroz palay) comparadas con el trat. 4 (5.71 ton/ha. de Arroz palay) aplicadas totalmente en la siembra incrementó los rendimientos en 0.98 ton/ha.

de Arroz palay resultando ser altamente significativas al 5% y 1%. De donde se concluye que para la variedad Sinaloa A-68 las aplicaciones divididas del nitrógeno a los 45 y 65 días de nacidas las plantas si modifican en forma estadística los rendimientos en forma altamente significativa (trat. 12); resultando para este caso que la división del nitrógeno es mejor que la aplicación total del mismo al momento de la siembra. El rendimiento medio más alto (6.69/ton./ha. de Arroz palay) se obtuvo cuando el nitrógeno se aplicó en forma dividida (80 y 40 kgs./ha.) a los 45 y 65 días de nacida la planta en presencia de 40 kgs. de P_2O_5 /ha. aplicado a los 45 días.

En general observamos que si hay un marcado efecto con las aplicaciones divididas del nitrógeno en relación a este mismo elemento aplicado en la siembra, incrementándose los rendimientos en 0.98 ton/ha. de Arroz palay. En este experimento se tomó el tratamiento 120-40-0 para hacer las comparaciones.

4).- EFECTO DE LA APLICACION DEL FOSFORO Y SUMINISTRAR ESTE EN DIFERENTES EPOCAS DEL DESARROLLO DEL ARROZ.

Para el experimento # 1 con la variedad Milagro filipino se observó que el desplazamiento de la época de aplicación del fósforo (P_2O_5) de la siembra (trat. 11) a los 45 días de nacidas las plantas (trat. 14) incrementó los rendimientos en 0.46 ton/ha. de Arroz palay sin alcanzar la significancia estadística.

En la variedad Sinaloa A-68 (Experimento # 2) también se logró incrementar los rendimientos al desplazar el P_2O_5 de la siembra (trat. 9) a los 45 días de nacida la planta (trat. 12) en 0.44 ton/ha. de Arroz palay sin lograr alcanzar la significancia estadística.

De donde se deduce que para ambas variedades el desplazamiento de la época de aplicación del fósforo (P_2O_5) de la siembra a los 45 días de nacida la planta no incrementa los rendimientos en forma estadísticamente significativa, esperándose un efecto análogo en suelos similares al estudiado y pensándose que este aumento en los rendimientos probablemente se deba a la aplicación dividida del nitrógeno.

5).- RESPUESTA A POTASIO. (K_2O).

En el experimento # 1 con la variedad Milagro filipino la aplicación de 60 --- Kgs. de K_2O /ha. en el momento de la siembra (trat. 10) con relación al (trat. 5) redujo los rendimientos en forma altamente significativa en 1.1 ton/ha. de Arroz palay, concluyéndose que puede esperarse un efecto análogo en suelos similares.

En el experimento # 2 con la variedad Sinaloa A-68 la edición de estos mismos - 60 Kgs. de K_2O /ha. al momento de la siembra (trat. 8) con relación al (trat. 4) rindió exactamente lo mismo (5.71 ton/ha. de Arroz palay) no produciendo ningún incremento estadístico significativo en los rendimientos, de donde se concluye que para-- suelos similares al estudiado no respondan a aplicaciones con este elemento.

NOTA:- La concentración de los datos de rendimiento parcelario en Kgs. y su análisis biométrico para las variedades Milagro filipino y Sinaloa A-68, así como el cálculo del análisis económico en Arroz para nitrógeno y fósforo (P_2O_5) y la interpretación del triángulo de este análisis económico representado junto a las figuras en las hojas de papel milimétrico se anexan en el capítulo de apéndice después de las citas bibliográficas.

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES:

- 1.- El cultivo del Arroz tiene una respuesta favorable a la fertilización nitrogenada.
- 2.- En ninguno de los casos la fertilización fosfatada produjo incrementos en los rendimientos estadísticamente significativos al momento de la siembra.
- 3.- La aplicación del nitrógeno en el momento de la siembra no produce los máximos rendimientos, debido probablemente a las fuertes pérdidas por lavado que presentan los suelos inundados.
- 4.- En la variedad Milagro filipino se encontró significancia estadística tanto en la siembra como a los 45 días, resultando ser económicamente más ventajosa la aplicación total del nitrógeno a los 45 días de nacidas las plantas, siendo en ésta época la mayor demanda fisiológica de la planta (amacollio).
- 5.- En comparación con la aplicación total del nitrógeno aplicado al momento de la siembra, la aplicación dividida del mismo eleva los rendimientos de Arroz y estos son mayores cuando se aplican 80 Kgs. de N/ha. a los 45 días, más 40 kgs./ha. a los 65 días de nacidas las plantas para la variedad Sinaloa A-68.
- 6.- Para ambas variedades y en forma tentativa la aplicación dividida del nitrógeno a los 65 días, no incrementó económicamente los rendimientos con relación al nitrógeno aplicado a los 45 días y al momento de la siembra.
- 7.- Al desplazar el fósforo (P_2O_5) de la siembra a los 45 días de nacida la planta no modificó en forma estadística los rendimientos.
- 8.- No se encontró respuesta estadística significativa a las aplicaciones con potasio (K_2O) sino que por el contrario los rendimientos fueron decrecientes en casi 1.1 ton/ha. de arroz palay para la variedad Milagro filipino y en la Sinaloa A-68 los rendimientos 5.71 ton/ha. de Arroz palay fueron iguales al tratamiento 4 que no llevó aplicaciones con este elemento.

RECOMENDACIONES:

Con base a los resultados obtenidos en el presente estudio dentro del Distrito de Riego No. 19 del Istmo de Tehuantepec, Oax., y la determinación de los niveles óptimos económicos de fertilización nitrogenada, fosfatada y potásica en cada uno de los sitios experimentales, se formulan las siguientes recomendaciones preliminares de prácticas en el cultivo del Arroz bajo riego.

Cuadro No. 10.- Recomendaciones preliminares de prácticas de fertilización de Arroz bajo riego dentro del Distrito de Riego # 19 del Istmo de Tehuantepec, en el Estado de Oaxaca.

No. ORDEN.	VARIEDAD	UBICACION	SUELOS EN LOS CUALES CUANDO NO SE HACE FERTILIZACION ALGUNA SE OBTIENEN RENDIMIENTOS DE ARROZ EN GRANO DE: TON/HA.	DEBE APLICARSE-- LAS SIGUIENTES CANTIDADES EN KGS/HA. DE: NITROGENO (N) FOSFORO (P ₂ O ₅) POTASIO (K ₂ O)
1	Milagro filipino	C.Exp.Istmo.	4.47	115 - 0 - 0
2	Sinaloa A-68	C.Exp.Istmo.	4.20	100 - 0 - 0

Cuadro No. 11.- Rendimientos probables e incrementos con el uso de las recomendaciones preliminares de prácticas de fertilización en Arroz bajo riego para la zona del Distrito de Riego # 19 del Istmo de Tehuantepec, en el Estado de Oaxaca.

No. CAMPO	TRATAMIENTO ECONOMICO.	RED. PROBABLE EN TON/HA. DE ARROZ PALAY.	INCREMENTOS: EN TON/HA. EN %	
IST-6901 ARR-INV(M.FILIPINO).	115 - 0 - 0	6.65	2.18	48.76
INST-6902 ARR-INV(SINALOA A-68).	100 - 0 - 0	6.69	2.49	59.28

VI. RESUMEN

En el ciclo agrícola Invierno-Primavera 1969/1970 se establecieron en terrenos del Campo Agrícola Experimental del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, dos experimentos de fertilización en arroz de riego con la finalidad de determinar la respuesta de este cultivo a aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos, en suelos representativos de la zona, así como estudiar el efecto de dividir la aplicación del nitrógeno y suministrar este en diferentes épocas del desarrollo de las plantas de arroz de riego, como parte del Programa del Departamento de Suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, (INIA., SAG.), que se desarrollan en este Distrito de Riego No. 19 del Istmo de Tehuantepec, en el Estado de Oaxaca.

La precipitación media anual en la zona de estudio fluctúa aproximadamente en la zona de estudio fluctúa aproximadamente entre 750 y 800 mm. anuales, cayendo durante los meses de Junio a Octubre inclusive en el mes de Septiembre cae aproximadamente el 70% de la precipitación total.

La altitud media de la zona citada es de aproximadamente 40.37 m/mm. El clima según la clasificación de Köpen es del tipo Awgl, o sea clima lluvioso tropical con invierno seco y húmedo en el verano, con temperaturas medias de 27 y 28°C y una precipitación pluvial variable de 750-800 mm.

Según la clasificación de Thorntwalte el clima es del tipo, semiseco con invierno y primavera secos sin estación invernal bien definida y p. pluvial deficiente en invierno y abundante en verano. Uniendo estas dos clasificaciones podemos definir que el clima imperante dentro del Distrito de Riego No. 19 es: semiseco, caliente, con precipitación invernal deficiente y abundante en verano. Los suelos en los lotes experimentales estudiados tuvieron texturas arcillosas con reacción del suelo (p^H) ligero a medianamente alcalino. Los contenidos de calcio, magnesio y potasio asimilables presentes en estos suelos fueron altos (Extremadamente ricos), en contraste con lo cual tenían medianos contenidos en nitrógeno total y el fósforo

ro variable de medio a extremadamente pobre en forma asimilable por las plantas.

En cada lugar seleccionado, se establecieron los lotes experimentales usando un diseño de bloques al azar de Fisher con 4 o 6 repeticiones respectivamente (Milagro filipino y Sinaloa A-68) con el objeto de evaluar la respuesta de arroz de riego a la aplicación de 6 niveles de nitrógeno, 3 niveles de fósforo (P_2O_5) y un nivel de potasio (K_2O) para la variedad M. filipino y 4 niveles de nitrógeno, 3 de fósforo (P_2O_5) y uno de potasio (K_2O) para la variedad Sinaloa A-68.

Como fuentes de dichos nutrimentos se usó urea al 46% N, super fosfato de calcio triple 46% P_2O_5 y cloruro de potasio 60% (K_2O) para ambos experimentos. Se aplicó todo el potasio en la siembra. El fósforo en casi todos los tratamientos estudiados se aplicó al momento de la siembra, a excepción de uno de ellos en que fué aplicado a los 45 días de nacida la planta. El nitrógeno fue aplicado en la siembra y a los 45 y 65 días de nacidas las plantas. Estas aplicaciones de los elementos asimilables por las plantas fueron hechos en base a los tratamientos estudiados para ambos experimentos.

La siembra se inició el 15 de Enero de 1970, en seco con sembradora mecánica. La variedad usada para el 1er. experimento fue Milagro filipino y para el segundo experimento Sinaloa A-68, ambas variedades fueron sembradas en surcos de 7 mts. de longitud X 0.35 mts. de distancia entre surcos. Se tiraron 120 kgs. de semilla/ha. para ambos experimentos. Se aplicó 9 lts. de Stam. F-34 + 1 litro de 2-4-D- Amina y una cantidad proporcional de superfactante Atlox/ha. a los 12 días de nacido el arroz para el control de las malas hierbas, haciendo las aplicaciones con bomba de motor y bomba de mochila.

Las plagas tales como chinche café, picudos, chicharritas y pulgón lanigero fueron combatidas oportunamente mediante la aplicación de Folldol 50% E a razón de 20 cc. en 12 lts. agua por aspersión. Se observó que ninguno de estas plagas causaron daños que afectaran los resultados experimentales.

Durante el ciclo de desarrollo del cultivo, se hicieron observaciones de cam-

po en forma periódica, sobre todo de aquellos factores que pudieran tener algún efecto en el desarrollo de las plantas de arroz y los rendimientos unitarios obtenidos con los tratamientos experimentales bajo estudio.

La precipitación durante el ciclo de 1970 fue aproximadamente de 750 mm, con temperatura media anual 26°C.

La cosecha se realizó del 20 al 23 de junio de 1970, para la variedad Milagro- filipino y del 24 al 27 de junio de 1970 para la variedad Sinaloa A-68. Ambas variedades se vieron afectadas en su trabajo de recolección por las primeras lluvias del temporal, observándose que si las siembras de arroz se realizan en el periodo límite que se recomienda para la zona que es del 15 de enero, se corre el peligro de que la cosecha no puede efectuarse debidamente por la amenaza constante de las lluvias del temporal que comienza a generalizarse en la región a partir de los días últimos del mes de junio.

Se registraron los rendimientos de arroz (palay) en grano, producidos en una superficie de $5 \times 5 \text{ m} = 25 \text{ M}^2$. Se determinó el contenido de humedad del grano, el cual fue inferior al 20% y a continuación se analizaron estadísticamente los datos de los rendimientos.

En los 2 sitios experimentales el arroz respondió favorablemente a la aplicación del fertilizante nitrogenado en forma dividida en 2 épocas del desarrollo del cultivo (45 y 65 días) y a la aplicación del fertilizante fosfatado (P_2O_5). suministrado totalmente a las plantas a los 45 días de nacidas obteniéndose en esta forma los máximos rendimientos en la producción de arroz palay por hectárea.

Para ambos sitios experimentales el nivel óptimo económico de fertilización nitrogenada fué de 114 kgs/ha. (115 kgs/ha redondeado) y de 96 kgs/ha. (100kgs/ha. redondeado), con lo cual se logró incrementar los rendimientos de 4.47 a 7.51 ton/ha. y de 4.20 a 6.69 ton/ha, alcanzándose un aumento en la producción con el uso de los fertilizantes nitrogenados de 3.04 ton/ha. y 2.49 ton/ha. respectivamente, aplicando estos a los 45 y 65 días de nacidas las plantas en combinación con la --

aplicación fosfatada (P_2O_5) totalmente a los 45 días, cuyo nivel óptimo económico fue de 40 kgs./ha., para ambos sitios.

Con el sólo hecho de cambiar la aplicación del fertilizante nitrogenado de la siembra a los 45 y 65 días después de nacidas las plantas y del fertilizante fosfatado (P_2O_5) también de la siembra a los 45 días, se lograron que los rendimientos unitarios se incrementaron en 980 y 760 kgs/ha., respectivamente.

En ninguno de los suelos de los 2 sitios experimentales establecidos dentro -- del Campo Agrícola Experimental del Istmo, se obtuvo respuesta vegetativa o aumento en el rendimiento de arroz palay en grano al efectuarse la aplicación del fertilizante potásico.

VII.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anónimo.
1964.- "Análisis de la situación agrícola de Sinaloa" CAADES (1964) Pág. 39.
- 2.- Anónimo.
1957.- "Organización de las Naciones Unidas para la - agricultura y la alimentación" FAO Informe sobre arroz. Roma Italia.
- 3.- Anónimo.
1970.- "Registro de las estaciones climáticas del Distrito de Riego No. 19, Tehuantepec, Oax.", S.- R. H. y Depto de Planeación Agrícola.
- 4.- Anónimo.
1971.- Noticiero I.N.I.A. Vol. 6 página 3.
- 5.- Córdova, J. A.
1954.- "Condiciones Agrícolas del Choco" Agricultura Tropical Vol. 10 Pág. 45-52.
- 6.- Corzo, B.N.
1960.- "Fórmulas de abono para arroz determinada por el método de Mits-Chellich Spillman en Jojutla Mor.". Tesis Chapingo, México, pág. 30-42.
- 7.- Cruz, N. C.
1966.- Técnico del C. I.A. S.E. Experiencias del cultivo del arroz.
- 8.- De, P.K. Sr. Digar, S.
1954.- "Lose of Nitrogen Gas from water logged Srilos" J. Agric. Sei. 44 Pág. 129-132.
- 9.- Dufournet, R.R.
1965.- "Re-examination of the effect of limingon paddy rice 2, inferece of liming on hardness of --- grain dud strength of stam" J. Sei Sriel Tokyo Pág. 25, 259-262.
- 10.- Espino, T.S. Ing.
1968.- "El arroz en México". I.N.I.A., SAG. vol. 1. -- Pág. 20, 50, 120 - 175.
- 11.- Ezel Mora, B.E. Ing.
1964.- "Proyecto de Planeación Agric. Industrial del - Distrito de Riego No. 19 de Tehuantepec, Oax." Tesis, Colegio de Pots-graduados, Chapingo, México. Pág. 6, 10, 16, 29 y 36.
- 12.- Fellner, C.P.
1953.- "Green mnuring in India and Pakistan", word crops 5, No. 8, Pág. 318..
- 13.- Gens, J. G.
1954.- "Meaus of Increasing rice productions" Gmova - Pág. 139-142.
- 14.- Gerbona, M.
1954.- "La culture da riz dana les bauches du Rhone" Fenilles, Agrícolas.- Pág. 12-30.
- 15.- Gorr, G.A.W. Van de
1954.- "The valve of some ligeminous plants as green- mamres in comparasion with crotalaria Juncea", neth J. Agric. Sci 2 No. 1 pág. 37-43.

- 16.- Guanos y Fertilizantes de México
Inédito. 1966.- "Proyecto de programa de trabajo para fomen-
tar en cooperación con el Bco. Agropecuario
del Sur, S.A., del desarrollo del arroz en
el trópico de México". Pág. 155.
- 17.- Hoza, R.E.L.
1968.- "Estudio del mercado interno y externo del
arroz, en relación con estas variedades (M.
filipino y Sinaloa A-68) "Escuela de Econo-
mía de la Universidad Autónoma de México, -
Pág. 136-143.
- 18.- Hernández, A. L.
1968.- "El Arroz Rojo", CIAS. Pág. 10-16.
- 19.- Ignatierff, J.
1951.- "Results of experiments and practical expe-
riment in the use of fertilizers manures --
and soil amendments with rice "FAO, Reporf-
51/8 1673 Washington Pág. 128-132.
- 20.- Iso, E.
1954.- "Rice and crops ins its rotations in sub---
tropical yours". Japan FAO. association To-
ky. Pág. 212.
- 21.- Jacob, A. And
1966.- "Nutrición y abonado de los cultivos tropi-
cales y subtropicales". Pág. 106-116.
- 22.- Leonard, W.H.
1958,- "Rice as a crops in Japan". J. Ames Gac. --
Agronomy. Pág. 40, 579, 602.
- 23.- Idn, T.P. and Chen,
1962.- "A study on the top dressing nitrogenous --
fertilizers to Rice" Taiwan agric. Res. Inst.
Bull. Pág. 9-31
- 24.- Lope, A.A.M.
1970.- "Determinación y posibles soluciones de los
problemas agrícolas del Distrito de Riego -
No. 19 en Juchitán, Oax., tesis Pág. 9-14.
- 25.- Moreno, D.R.
1958.- "Las causas de la esterilidad o avanamiento
del arroz en el Valle del Yaqui y su comba-
te". Tesis Pág. 22-77.
- 26.- Muñoz R.E.
1960.- "Introducción del cultivo de arroz en forma
Intensiva en el Estado de Tabasco". Tesis -
Pág. 50-56.
- 27.- Murayama, M.
1968.- "El cultivo del arroz en el Japón"
F.A.O.
- 28.- Nieto, G.
1966.- "Fórmulas de herbicidas combinadas de Stam-
F-34, 2-4-D-Amina y surfactante Atlox. I.N.
I.A. Folleto Pág. 23.
- 29.- Ocaña, B. And.
Schooder C.L.
1953 "Demostraciones de avanamiento de Arroz en-
fincas de la provincia de Chiriquí" servi-
cio Interamericano de cooperación Agrícola-
en Panamá. Pág. 80-92.

- 30.- Ogihara, T.
1957.- "Studies on potash deficiency in paddy Rice" Agric. Exp. Stat Fukuka Pref. Japan. Pág. 80.
- 31.- Ortega, E. And Zepeda, J.M.
1957.- "Experiencias sobre fertilización en el Valle del Fuerte Sinaloa"
- 32.- Ortiz, V. B.
"Apuntes de Suelos". E.N.A. Chapingo, --- México.
- 33.- Plan Agrícola Nacional Inédito.
1970 "Departamento de Planeación Agrícola, Tehuantepec, Oax. "S.R.H." S.A.G.
- 34.- Pardo, G.M. y Paredes T. A., González y Tijerina, P.A.
1967.- Técnicas en el Estado de Morelos "Experiencias sobre fertilización en Arroz", Pág. 20-30.
- 35.- Ramiak, K.
1954.- "Factors effecting Rice Productions" F.A.O.- Agr. Paper #45 Rome Dec. Pág. 137.
- 36.- Rozim, S. Y.
1963.- "Experience in the cultivation of Rice by means of periodic Irrigation" Pág. 139-1950.
- 37.- Reynolds, E.B.
1954. Research on Rice Productions in Texas", Tex. Agric. Exp. Sta. Bull. 775. Pág. 29.
- 38.- Sosa, M. A. Alams, F.S.
1972.- "Estudio de los suelos del Distrito de Riego No. 19 de Tehuantepec, Oaxaca, "Comisión Nacional de Irrigación, Pág. 6, 10.
- 39.- Sosa, M.A. Moreno, D.R.
1964.- "Reconocimiento Agrológico del Distrito de Riego No. 19 de Tehuantepec, Oax., Departamento de Agrológica S.R.H. y S.A.G. Pág. 10,-16.
- 40.- Zapata, T.V.M.
"Introducción al estudio de los Suelos en el Estado de Tabasco", S.A.G. Pág. 19-25.

Concentración de datos de rendimiento en kgs. y su análisis biométrico a cada uno de los experimentos:

IST-6901-ARR-ING. (clave).

EXPERIMENTO #1 VARIEDAD MILAGRO FILIPINO. LOTE E-3 CICLO - 1969/1970, CAMPO EXPTAL. ISTMO.

NO. TRAT. ORDEN	DESCRIPCION NIVELES.-	R E P E T I C I O N E S				TOTAL	PROME DIO.	REND. TON/HA.
		I	II	III	IV			
1.-	0 - 0 - 0	11.6	11.2	11.0	10.9	44.7	11.18	4.47
2.-	0 - 40 - 0	12.1	11.2	11.5	10.8	45.6	11.40	4.56
3.-	60 - 40 - 0	15.1	13.0	13.9	14.6	56.6	14.15	5.66
4.-	120 - 40 - 0	17.5	16.3	14.8	17.9	66.5	16.62	6.65
5.-	180 - 40 - 0	17.0	16.5	17.1	18.3	68.9	17.22	6.89
6.-	240 - 40 - 0	16.5	15.8	17.0	19.3	68.6	17.15	6.86
7.-	300 - 40 - 0	14.8	16.1	18.0	19.2	68.2	17.05	6.82
8.-	180 - 0 - 0	17.6	16.0	17.7	18.3	69.6	17.40	6.96
9.-	180 - 80 - 0	17.2	17.6	15.5	17.3	67.6	16.90	6.76
10.-	180 - 40 - 0	12.4	14.4	15.8	15.2	57.8	14.45	5.78
11.-	0 - 40 - 0	17.1	16.6	17.0	15.8	66.5	16.62	6.65
	+ 120 - 0 - 0							
	+ 60 - 0 - 0							
12.-	0 - 40 - 0	16.3	17.0	15.6	19.0	67.9	16.98	6.79
	+ 60 - 0 - 0							
	+ 120 - 0 - 0							
13.-	0 - 0 - 0	16.6	15.4	20.3	20.1	72.4	18.10	7.24
	+ 180 - 0 - 0							
	+ 0 - 0 - 0							
14.-	0 - 0 - 0	18.9	16.2	29.8	19.8	74.7	18.78	7.11
	+ 120 - 40 - 0							
	+ 60 - 0 - 0							
SUMAS TOTALES:		220.7	213.3	225.4	236.5	895.9	22.40	

+ A).- Hasta el tratamiento #10 los niveles de NPK fueron -
100% aplicados en el momento de la siembra.

B).- Los tratamientos 11-12 y 13 el nitrógeno fue aplica-
do en forma dividida a los 45 y 65 días de nacida la
planta con el 100% del fósforo (P_2O_5) en el momen-
to de la siembra.

C).- El tratamiento 14 el nitrógeno fue aplicado en forma
dividida a los 45 y 65 días de nacida la planta con
el 100% del fósforo (P_2O_5) a los 45 días despues-
de la germinación del Arroz.

Sup. total de la parcela = $49 M^2$

Sup. útil de la parcela = $25 M^2$

Factor kgs/ha. = 400

Factor de Corrección (Fc) = $895.9^2/56 = 14332.80$

Suma de cuadrados totales SC_T : $(11.6)^2 + \dots + (19.8)^2 - Fc = 14693.23$

$14332.80 = 360.43$

Suma de cuadrados por repeticiones SC_R : $(220.7)^2 + \dots + (236.5)^2/14 - Fc = 14353.06 -$

$14332.80 = 20.26$

Suma de cuadrados por tratamientos SC_T : $(44.7)^2 + \dots + (75.1)^2/4 - Fc = 14619.22 -$

$14332.80 = 286.42$

Suma de cuadrados del Erros Exptal SC_R : $(SC_R + SC_T) = 360.43 - (20.26 + 286.42) =$

53.75

ANALISIS DE VARIACION:

FACTOR DE VARIACION	G.DE INDEP.	DE CUADRADOS	VARIANZA	F CALCULADA	F 5%	TABULADA 1%
T O T A L.	55	360.43	6.80			
- REPETICIONES	3	20.26	6.75	4.66	4.10	7.37
- TRATAMIENTOS	13	286.42	22.03	15.19	2.02	2.70
E. EXP.	39	53.75	1.45			

$$ETD = \sqrt{2} \times \frac{\sqrt{(1.45)}}{\sqrt{4}} = \sqrt{2} \times \frac{\sqrt{(0.3625)}}{\sqrt{2}} = 2 \times (0.602) = 1.414 \times (0.602) = 0.851 \text{ Kgs.}$$

$$T 0.05 = 2.025$$

$$T 0.01 = 2.712$$

$$ETD \times T 0.05 = 0.851 \times 2.025 = 1.723 \text{ Kgs/parc.}$$

$$ETD \times T 0.01 = 0.851 \times 2.712 = 2.308 \text{ Kgs/parc.}$$

$$D.M.S. 5\% = 1.723 \times 400 = 689 \text{ Kgs/ha.} = 0.69 \text{ ton/ha.}$$

$$D.M.S. 1\% = 2.308 \times 400 = 923 \text{ Kgs/ha.} = 0.92 \text{ ton/ha.}$$

$$C.V. = \frac{\sqrt{1.45}}{22.40} \times 100 = \frac{1.205}{22.40} \times 100 = 0.52 \times 100 = 5.2\%$$

IST- 6902-ARR-INV. (CLAVE).
 EXPERIMENTO #2 VARIEDAD SINALOA A-68 LOTE E-3
 CICLO 1969/1970 CAMPO EXPTAL DEL ISTMO.

No. TRAT. ORDEN	DESCRIPCION NIVELES	R E P E T I C I O N E S:						TOTAL	PROME DIO.	REND. TON/HA.
		I	II	III	IV	V	VI			
1.-	0 - 0 - 0	10.1	10.1	11.0	9.8	11.3	10.8	63.1	10.51	4.20
2.-	0 - 40 - 0	11.2	11.0	9.5	9.8	10.2	11.6	63.3	10.55	4.22
3.-	60 - 40 - 0	12.6	13.8	13.8	12.7	13.2	12.5	77.6	12.93	5.17
4.-	120 - 40 - 0	13.8	14.9	14.9	15.5	14.3	13.2	85.6	14.27	5.71
5.-	180 - 40 - 0	14.3	13.3	16.5	15.4	16.1	15.2	90.8	15.13	6.05
6.-	120 - 0 - 0	13.1	14.8	13.3	15.7	14.6	12.4	83.9	13.98	5.59
7.-	120 - 80 - 0	15.1	14.5	16.7	13.9	15.5	17.7	93.4	15.57	6.23
8.-	120 - 40 - 60	12.5	14.8	14.8	14.0	14.1	15.5	85.7	14.28	5.71
9.-	0 - 40 - 0	14.7	16.2	16.8	16.5	14.7	14.9	93.8	15.63	6.25
	+ 80 - 0 - 0									
	+ 40 - 0 - 0									
10.-	0 - 40 - 0	15.1	12.5	14.9	13.2	14.6	14.6	84.9	14.15	5.66
	+ 40 - 0 - 0									
	+ 80 - 0 - 0									
11.-	0 - 40 - 0	14.9	13.8	16.5	14.8	14.8	16.6	91.4	15.23	6.09
	+120 - 0 - 0									
	+ 0 - 0 - 0									
12.-	0 - 0 - 0	16.0	16.4	16.8	18.0	17.0	16.0	100.2	16.70	6.69
	+ 80 - 40 - 0									
	+ 40 - 0 - 0									
SUMAS TOTALES:		163.4	166.2	173.5	170.3	172.4	168.1	1013.9	14.08	

+ Calculada como parcela perdida

A).- Hasta el tratamiento #8 los niveles de NPK fueron 100% aplicados en el momento de la siembra.

B).- Los tratamientos 9, 10 y 11 el nitrógeno fue aplicado en forma dividida a los 45 y 65 días de nacidas las plantas con el 100% de fósforo (P_2O_5) en el momento de la siembra.

C).- El tratamiento # 12 el nitrógeno fué aplicado en forma dividida a los 45- y 65 días de nacidas las plantas con el 100% del fósforo (P_2O_5) a los - 45 días después de la germinación del Arroz

Superficie total de la parcela = $49 M^2$

Superficie útil de la parcela = $25 M^2$

Factor Kgs/ha. = 400

Factor de corrección (Fc) $1013.9^2/72 = 14277.68$

Suma de Cuadrados totales (SC_T): $(10.1)^2 + \dots + (15.1)^2 - Fc = 14601.05 - 14277.68 = 323.37$

Suma de Cuadrados por repeticiones (SC_R): $(163.4)^2 + \dots + (168.1)^2/12 - Fc = 14283.81 - 14277.68 = 6.13$

Suma de Cuadrados por tratamientos (SC_T): $(63.1)^2 + \dots + (100.4)^2/6 - Fc = 14521.68 - 14277.68 = 244.00$

Suma de Cuadrados del Error Experimental ($SC_{E,EXP.}$) = $S_{CT} - (SC_R + SC_T) = 323.37 - (6.13 + 244.00) = 73.24$

ANALISIS DE VARIACION:

FACTOR DE VARIACION	G.DE INDEP.	DE CUADRADOS	VARIANZA	F. CALCULADA	F. TABULADA	
					5%	1%
T O T A L	70	323.47	4.62			
- REPETICIONES	5	6.13	1.23	0.90	2.39	2.39
- TRATAMIENTOS	11	244.00	22.18	16.31	1.93	2.54
E. EXPTAL.	54	73.24	1.36			

$$ETD = \sqrt{2} \times \frac{\sqrt{1.36}}{\sqrt{4}} = \sqrt{2} \times \frac{\sqrt{0.2267}}{\sqrt{2}} = 2 (0.476) = 1.414 \times (0.476) = 0.673 \text{ Kgs}$$

$$T \ 0.05 = 2.005$$

$$T \ 0.01 = 2.671$$

$$ETD \ X \ T \ 0.05 = 0.673 \ X \ 2.005 = 1.35 \ \text{Kgs/parc.}$$

$$ETD \ X \ T \ 0.01 = 0.673 \ X \ 2.671 = 1.80 \ \text{Kgs./parc.}$$

$$D.M.S. \ 5\% = 1.35 \ X \ 400 = 540 \ \text{kgs/ha} = 0.54 \ \text{ton/ha.}$$

$$D.M.S. \ 1\% = 1.80 \ X \ 400 = 720 \ \text{kgs/ha.} = 0.72 \ \text{ton/ha.}$$

$$C.V. = \frac{\sqrt{1.36}}{14.08} \ X \ 100 = \frac{1.17}{14.08} \ X \ 100 = 0.83 \ X \ 100 = 8.3\%$$

ANALISIS ECONOMICO PARA ARROZ.

Datos empleados para los 2 experimentos de arroz efectuados en el Lote E-3 --
del Campo Agrícola Experimental del Istmo de Tehuantepec.

1.- Costo de la Urea (46% N) .	\$ 1,655.00
2.- Costo del Siper fosfato de calcio triple (46% P ₂ O ₅)	1,214.00
3.- Costo del flete del fertilizante	40.00
4.- Costo de carga y descarga del fertilizante.	10.00
5.- Costo de aplicación del fertilizante (a mano)	120.00
6.- Precio del Arroz en el mercado ^o	900.00
7.- Costo de cosecha y desgrane del Arroz.	200.00
8.- Costo de acarreo de arroz	40.00
9.- Costo de carga y descarga del arroz	20.00
10.- Renta de costales	10.00
11.- Interés acumulado durante 10 meses por concepto de créditos otorgados a razón de 1% mensual (to mando como base datos del Bco. Agropecuario)	10%

Cálculo económico de la fertilización nitrogenada para arroz en el Distrito de Riego No. 19, del Istmo de Tehuantepec, Oax., empleando Urea (46% N) 1970.

En la selección de los valores que intervienen en este cálculo se asume que:

- 1.- El fertilizante se adquirirá en la Distribuidora más cercana a Juchitán, Oax.
- 2.- El fertilizante se aplicará a mano.
- 3.- La cosecha se efectuará con combinada mecánica.

D A T O S:

1).- Costo por kg. de Nitrógeno.	3.597
2).- Transporte por kg. de N incluyendo carga y descarga	0.109
3).- Aplicación por kg. de Nitrógeno.	0.259
4).- 10% de Interés sobre lo anterior.	<u>0.396</u>
Súb-total	4.361
5).- El precio de garantía por kg. de arroz en grano (Palay) es de \$0.90, por lo tanto \$ 4.361 equivale a 4.84 kgs. de arroz en grano.	
6).- El costo de cosecha, transporte, carga, descarga, renta de costales y los intereses de 4.84 kgs. de arroz en grano (Palay) ascienden a:	<u>1.306</u>
Costo sub-total/kgs. (N).	5,667
7).- 50% de lo anterior como utilidad para el agricultor + el 50% de lo anterior para riegos del cultivo.	<u>5.667</u>
Costo total/kgs. de N aplicado	11,334
8).- \$ 11.334 equivale a \$ 0.90 valor de un kg. de arroz (Palay) de 12.59 Kgs. de arroz --	

VIII

(Palay) en grano. En consecuencia sólo será económico para el agricultor invertir en fertilizante nitrogenado hasta el momento en que el último kg. de N aplicado produzca un aumento en el rendimiento de 12.59 kgs. de arroz (Palay) en grano.

Cálculo económico de la fertilización fosfatada para Arroz en el Distrito de Riego No. 19, del Istmo de Tehuantepec, Oax., empleando Super fosfato de Calcio -- triple (46% P_2O_5) 1970.-

En la selección de los valores que intervienen con este cálculo se asume que:

- 1.- Los fertilizantes se adquirirán en la Distribuidora más cercana a Juchitán, -- Oax.
- 2.- El fertilizante se aplicará a mano.
- 3.- La cosecha se efectuará con combinada mecánica.

D A T O S:

1).- Costo por kg. de fósforo	2.655
2).- Transporte por kg. de fósforo incluyendo carga y descarga	0.109
3).- Aplicación por kg. de fósforo	0.131
4).- 10% de interés sobre lo anterior.	<u>0.290</u>
Sub-total.	3.195
5).- El precio de garantía por kg. de arroz (Palay) en grano es de \$0.90 por lo tanto \$3.195 equivale a 3.55 kg. de arroz (Palay) en grano.	
6).- El costo de cosecha, transporte, carga descarga renta de costales y los intereses de 3.55 kg. de arroz (Palay) en grano ascienden a:	
	<u>1.306</u>
Costo Sub-total/kg. P_2O_5	4.501

- 7).- 50% de lo anterior como utilidad para el agricultor + 50% de lo anterior para riegos del cultivo.

$$\frac{4.501}{9.002}$$

Costo total/kgs. de P_2O_5 aplicado.

- 8).- \$ 9.002 equivale a \$ 0.90 valor de un kg. de arroz (Palay) en grano. En consecuencia sólo será económico para el agricultor invertir fertilizante nitrogenado hasta el momento en que el último kg. de P_2O_5 aplicado, produzca un aumento en el rendimiento de 10.00 kgs. de Arroz (Palay) en grano.

INTERPRETACION DEL TRIANGULO DEL ANALISIS ECONOMICO OBSERVADO EN LAS GRAFICAS DE --
RENDIMIENTOS DE LOS 2 EXPERIMENTOS DE ARROZ LOTE E-3.

En el cateto paralelo al eje de las obscisas, se representa a la misma escala que la gráfica respectiva, cierta cantidad de Kgs/ha. de nitrógeno o fósforo (P_{25}) aplicados en el cateto restante (Paralelo al eje de las ordenadas, se representa también a la misma escala que la gráfica citada, la cantidad equivalente en ton/ha. de arroz en grano correspondiente que ha sido calculado previamente en la forma antes descrita). Por ejem; en el caso específico de los dos lotes experimentales de arroz de riego estudiados, si construimos el triángulo rectángulo respectivo con un valor de 60 kgs. de nitrógeno aplicado, representados a escala en el cateto paralelo al eje de las ordenadas, un valor de 60×0.69 ton/ha. y 60×0.52 ton/ha. de arroz palay en grano.

La pendiente de la hipotenusa del triángulo rectángulo citado, que es una función de las dimensiones de sus catetos respectivos, nos proporcionan gráficamente la pendiente de la curva de respuesta en aquel punto cuya obscisa (x) en kgs/ha. de nitrógeno, fósforo (P_{25}) y potasio (K_2O) aplicado, correspondiente a la aplicación óptima económica de estos nutrimentos, en el sitio experimental estudiado.

Por lo tanto, basta trazar una línea paralela a la hipotenusa del triángulo rectángulo mencionado, para determinarse el punto de tangencia respectivo en c/u de las curvas de respuesta de nitrógeno, fósforo y potasio de los dos sitios experimentales y el valor de la obscisa de los citados puntos de tangencia expresadas en kgs/ha. de nitrógeno, fósforo o potasio aplicados, corresponderán a las cantidades económicamente óptimas de estos nutrimentos que deberán aplicarse al suelo respectivo de cada sitio experimental.