

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

"EFECTO DE FERTILIZACION CON N-P-K SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA LINEA DE ARROZ 1145-1, BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE EL POLO-CHIC, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A."

T E S I S

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC**  
**DEPOSITO LEGAL**  
**PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**

JORGE ARNOLDO GUDIEL LÓPEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO:

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADÉMICO DE:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 1980

D1  
T(448)  
C.3

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO	DR. ANTONIO SANDOVAL
VOCAL 1o.	ING. AGR. CARLOS ARGONA
VOCAL 2o.	ING. AGR. SALVADOR CASTILLO
VOCAL 3o.	ING. AGR. RUDY VILLATORO
VOCAL 4o.	P.A. EFRAÍN MEDINA
VOCAL 5o.	PROFESOR EDGAR FRANCO R.
SECRETARIO	ING. AGR. CARLOS NAPOLEÓN S.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL  
PRIVADO

DECANO	ING. AGR. RODOLFO ESTRADA G.
EXAMINADOR	DR. ANTONIO SANDOVAL
EXAMINADOR	ING. AGR. JORGE RAMOS
EXAMINADOR	ING. AGR. JORGE BENITEZ
SECRETARIO	ING. AGR. LEONEL CORONADO C.

DEDICO ESTE ACTO

A MIS PADRES

ENRIQUE GUDIEL CASTELLANOS  
F. ROSALINA LÓPEZ DE GUDIEL

A MIS HERMANOS

CARLOS, ROBERTO, GERMAN, LUIS  
Y PATRICIA.

A MIS SOBRINOS Y PRIMOS

A MI FAMILIA

A LA MEMORIA DE

JUAN JOSÉ GUDIEL P.

A MIS AMIGOS

DEDICO ESTA TESIS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

## AGRADECIMIENTO

DEJO CONSTANCIA DE MI AGRADECIMIENTO AL INGENIERO AGRÓNOMO M.S. LUIS ESTRADA L. POR SUS ACERTADAS SUGERENCIAS E INTERÉS QUE PUSO DE MANIFIESTO EN LA REVISIÓN Y ASESORAMIENTO DE ESTE TRABAJO DE TESIS.

AL PERSONAL TÉCNICO ADMINISTRATIVO Y DE CAMPO DEL PROGRAMA DE ARROZ DEL ICTA POR SU VALIOSA COLABORACIÓN EN LA REALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO, EN ESPECIAL AL PERSONAL DEL PROGRAMA DE ARROZ EN EL VALLE DEL POLOCHIC.

AL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS, POR HABERME DADO LA OPORTUNIDAD DE REALIZAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

Guatemala,  
Agosto de 1980

Dr. Antonio Sandoval  
Decano de la Facultad  
de Agronomía  
Presente

Señor Decano:

Atendiendo la designación que me hiciera ese decanato he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis del Bachiller Jorge Arnoldo Gudiel López, sobre " Efecto de Fertilización con N-P-K sobre el Rendimiento de la Línea de Arroz 1145-1, bajo condiciones del Valle de el Polochic, Alta Verapaz, Guatemala, C.A.", el cual presenta para solventar el ultimo requisito en la obtención del título de Ing. Agr. en el Grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Considero que dicho trabajo cumple los requisitos establecidos por la Facultad de Agronomía para su aprobación.

En tal virtud solicito al señor decano su visto bueno para su publicación.

Atentamente

  
Ing. Agr. Luis Alberto P. Estrada L.  
Colegiado No. 140

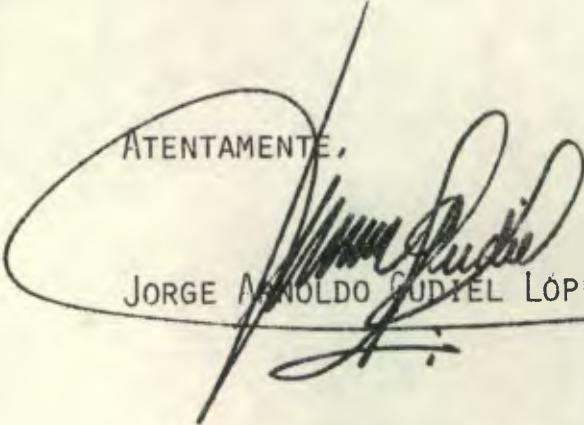
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

DE ACUERDO A LAS NORMAS ESTABLECIDAS POR LA UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS DE GUATEMALA, TENGO EL HONOR DE PRESENTAR A VUESTRA  
CONSIDERACIÓN EL TRABAJO DE TESIS TITULADO:

"EFECTO DE FERTILIZACION CON N-P-K, SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA  
LINEA DE ARROZ 1145-1, BAJO CONDICIONES DE EL VALLE DE EL POLO-  
CHIC, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A."

CON EL PROPÓSITO DE LLENAR CON ÉL, EL ÚLTIMO REQUISITO PA-  
RA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO EN EL GRADO DE LICEN-  
CIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS.

ATENTAMENTE,

  
JORGE ARNOLDO GUDIEL LÓPEZ

## RESUMEN

EL VALLE DE EL POLOCHIC, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, ES UNA ZONA POTENCIALMENTE ARROCERA POR SUS CARACTERÍSTICAS PROPIAS QUE PRESENTA.

SIN EMBARGO, A PESAR DE TENER LA ZONA UN GRADO DE TECNICIFICACIÓN ADECUADO, EN CUANTO AL CULTIVO DE ARROZ SE REFIERE, SE OBSERVA QUE LA ADICIÓN DE FERTILIZANTES EN SU MAYORÍA SE HA CE SIN TENER UN CONOCIMIENTO TÉCNICO SOBRE EL EFECTO QUE PUEDA TENER LA APLICACIÓN DE DETERMINADA DOSIS DE N-P-K EN EL COMPOR TAMIENTO DE UNA VARIEDAD DE ARROZ.

LO DESCRITO, HA MOTIVADO PARA DAR INICIO AL PRESENTE ESTU DIO CUYO OBJETIVO ES EVALUAR DOSIS CRECIENTES DE N-P-K SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA LÍNEA DE ARROZ 1145-1; BAJO CONDICIONES DE FERTILIDAD NATURAL DEL TIPO DE SUELOS DEL VALLE DE EL POLO- CHIC.

INVOLUCRANDO DENTRO DE ESTE OBJETIVO, EL ESTABLECER LAS DOSIS OPTIMAS ECONÓMICAS DE CAPITAL ILIMITADO (DOECI) Y LAS DO SIS OPTIMAS ECONÓMICAS DE CAPITAL LIMITADO (DOECL).

EN EL PRESENTE ESTUDIO SE PLANTEARON DOS HIPÓTESIS LAS CUALES SON:

1. EL N-P-K SON FACTORES LIMITANTES DE LA PRODUCCIÓN.
2. LAS DOSIS OPTIMAS ECONÓMICAS (DOE), SE ENCUENTRAN ENTRE LOS ESPACIOS DE EXPLORACIÓN.

CON LO QUE SE CONCLUYE DESPUÉS DE EL ANÁLISIS DE ESTE TRA BAJO UN RECHAZO PARCIAL DE LA PRIMERA HIPÓTESIS PLANTEADA Y UN NO RECHAZO DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS PLANTEADA.

# I N D I C E

		PÁGINA
I	INTRODUCCION	1
II	REVISION DE LITERATURA	3
III	HIPOTESIS PLANTEADAS	10
IV	MATERIALES Y METODOS	
	IV.1 LOCALIZACIÓN	10
	IV.2 ESPACIOS DE EXPLORACIÓN	12
	IV.3 TRATAMIENTOS SELECCIONADOS	12
	IV.4 FUENTES DE FERTILIZANTES	12
	IV.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	14
	IV.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO	14
	IV.7 MÉTODO DE ANÁLISIS DEL SUELO	15
	IV.8 METODOLOGÍA DE INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	16
V	RESULTADOS Y DISCUSION	18
	V.1 DEL ANÁLISIS DEL SUELO	18
	V.2 DE LOS RENDIMIENTOS	19
	V.3 DE LOS ANÁLISIS DE VARIANZA	20
	V.4 DE LOS EFECTOS FACTORIALES MEDIOS (EFM)	22
	V.5 DE LAS DOSIS OPTIMAS ECONÓMICAS DE CAPITAL ILIMITADO (DOECI) Y CAPITAL LI- MITADO (DOECL)	25
VI	CONCLUSIONES	28
VII	RECOMENDACIONES	30
VIII	BIBLIOGRAFIA	33

## CONTENIDO DE CUADROS Y GRAFICAS

- CUADRO 1: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS SUELOS DONDE SE INSTALARON LOS EXPERIMENTOS.
- CUADRO 2: TRATAMIENTOS SELECCIONADOS PROVENIENTES DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I.
- CUADRO 3: RENDIMIENTO DE LAS LOCALIDADES ESTUDIADAS.
- CUADRO 4: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE VARIANZA EXPRESADOS EN TÉRMINOS DE CUADRADOS MEDIOS.
- CUADRO 5: RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE YATES (3) A LOS TRATAMIENTOS QUE CONFORMAN EL  $2^N$  DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I (19) PARA DETERMINAR SIGNIFICANCIA DEL EFECTO FACTORIAL MEDIO (EFM).
- CUADRO 6: DÓISIS OPTIMA ECONÓMICA PARA CAPITAL ILIMITADO Y CAPITAL LIMITADO, DETERMINADA MEDIANTE EL MÉTODO GRÁFICO-ESTADÍSTICO.
- FIGURA 1: DISTRIBUCIÓN GRÁFICA DE LOS TRATAMIENTOS RESULTANTES DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I PARA 3 FACTORES.
- FIGURA 2: DOECI PARA LOS FACTORES N-P-K EN LA LOCALIDAD DE SEPUR.
- FIGURA 3: DOECI PARA LOS FACTORES N-P-K EN LA LOCALIDAD DE AGROBÓN.

## I INTRODUCCION

ENTRE LA GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA SE PUEDE CITAR QUE LAS PRÁCTICAS MEJORADAS DE CULTIVOS SON SUMAMENTE IMPORTANTES; PUESTO QUE SE PONEN EN JUEGO, DIVERSOS FACTORES PARA LA MAYOR EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN, YA SEA SISTEMAS DE CULTIVO, VARIEDADES, ETC., CONSIDERÁNDOSE ENTRE ÉSTAS, LA FERTILIZACIÓN COMO FACTOR IMPORTANTE, DEL CUAL ES NECESARIO CONOCER LA CANTIDAD ECONÓMICA DE NUTRIENTES A APLICAR PARA MAXIMIZAR RENDIMIENTOS. SEGÚN ESTADÍSTICAS, LA SUPERFICIE COSECHADA DE ARROZ HA AUMENTADO DE 15.7 MILES DE Mz. EN EL AÑO AGRÍCOLA 72-73, A 18.5 MILES DE Mz. EN EL AÑO AGRÍCOLA 78-79<sup>(1)</sup> CON UNA PRODUCCIÓN QUE SE HA REDUCIDO DE 42.1 ~~99~~/Mz. A 28.2 ~~99~~/Mz. COMO PROMEDIO PARA AMBOS AÑOS AGRÍCOLAS RESPECTIVAMENTE, BAJANDO ASÍ LA PRODUCCIÓN NACIONAL. ÉSTO PUEDE TENER COMO CAUSAS ENTRE OTRAS, UN INADECUADO SUMINISTRO DE NUTRIENTES A LA PLANTA DE ARROZ.

EL VALLE DE EL POLOCHIC, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, ES UNA ZONA POTENCIALMENTE ARROCERA POR SUS CARACTERÍSTICAS PROPIAS QUE PRESENTA TALES COMO: ALTA PRECIPITACIÓN PLUVIAL BIÉN DISTRIBUÍDA, TIPO DE SUELOS Y TEMPERATURA ADECUADA.

---

(1) CIFRAS ESTIMADAS POR LA SECCIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS AGROPECUARIOS.

### NOTA:

EL AÑO AGRÍCOLA COMPRENDE EL PERÍODO DE MAYO A ABRIL.

SIN EMBARGO, A PESAR DE TENER LA ZONA UN GRADO DE TECNIFICACIÓN ADECUADO, EN CUANTO AL CULTIVO DE ARROZ SE REFIERE, SE OBSERVA QUE LA ADICIÓN DE FERTILIZANTES EN SU MAYORÍA SE HACE SIN TENER UN CONOCIMIENTO TÉCNICO SOBRE EL EFECTO QUE PUEDA TENER LA APLICACIÓN DE DETERMINADA DOSIS DE N-P-K EN EL COMPORTAMIENTO DE UNA VARIEDAD DE ARROZ.

LO DESCRITO, HA MOTIVADO PARA DAR INICIO AL PRESENTE ESTUDIO CUYO OBJETIVO ES EVALUAR DOSIS CRECIENTES DE N-P-K SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA LÍNEA DE ARROZ 1145-1; BAJO CONDICIONES DE FERTILIDAD NATURAL DEL TIPO DE SUELOS DEL VALLE DE EL POLOCHIC.

INVOLUCRANDO DENTRO DE ESTE OBJETIVO, EL ESTABLECER LAS DOSIS OPTIMAS ECONÓMICAS DE CAPITAL ILIMITADO (DOECI)<sup>2</sup> Y LAS DOSIS OPTIMAS ECONÓMICAS DE CAPITAL LIMITADO (DOECL)<sup>3</sup>.

- 
- (2) DOECI: SE ENTIENDE COMO LA DOSIS DE N-P-K QUE PROPORCIONARÁ EL MÁXIMO BENEFICIO NETO Y QUE ES APLICADA SIN RESTRICCIÓN DE CAPITAL.
- (3) DOECL: COMO LA DOSIS APLICADA DE N-P-K QUE PROPORCIONARÁ LA MAYOR TASA DE RETORNO A CAPITAL Y QUE ES APLICADA CUANDO EL AGRICULTOR TIENE RESTRICCIONES DE CAPITAL.

## II REVISION DE LITERATURA

DATTA (4), DICE QUE LOS FERTILIZANTES SON UNO DE LOS INSUMOS PRODUCTIVOS MÁS EFICACES, EN LO QUE SE REFIERE AL ARROZ; PERO RESULTA UN POCO CARO EN MUCHOS PAÍSES ASIÁTICOS EN DESARROLLO.

CARMEN (2), AFIRMA QUE LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES ES INFLUENCIADA PRINCIPALMENTE POR LOS FACTORES: CLIMA, SUELO, MÉTODOS DE CULTIVO, CANTIDAD DE NUTRIENTES APLICADOS AL SUELO Y LA VARIEDAD.

EL MISMO AUTOR (2), ANOTA QUE TENIÉNDOSE EN CUENTA LOS FACTORES ENUMERADOS ANTERIORMENTE SE PUEDE COMPRENDER EL PORQUÉ DICHA ABSORCIÓN VARÍA DE UNA LOCALIDAD A OTRA. IGUALMENTE ES NECESARIO PRECISAR QUE LA CANTIDAD DE NUTRIENTES ABSORBIDOS POR LA PLANTA, NO ES LA MISMA DURANTE TODO EL PERÍODO DE SU DESARROLLO Y QUE LA INTENSIDAD DE DICHA ABSORCIÓN VARÍA DE UN ELEMENTO A OTRO.

SEGÚN MATSUBAYASHI ET. AL. (1967) CITADO POR CARMEN (2), LA DEFICIENCIA DE N EN EL MOMENTO DEL MACOLLAJE PRODUCE UN DECREMENTO EN EL NÚMERO DE PANOJAS Y SI OCURRIERA EN EL MOMENTO COMPRENDIDO DESDE LA FORMACIÓN DE LA PANOJA HASTA EL INICIO DE LA FORMACIÓN DEL HUSO, EL EFECTO SERÍA UN DECREMENTO EN EL NÚMERO DE RAQUIS Y ESPÍCULAS POR PANOJA. DURANTE EL PERÍODO INTERMEDIARIO ENTRE LOS DOS ESTADOS MENCIONADOS ANTEIORMENTE, I.E. ESTADO DE MACOLLOS INFÉRTILES, LAS PLANTAS NO SON AFECTADAS SERIAMENTE POR UNA DEFICIENCIA DE N.

EL FÓSFORO FORMA PARTE DEL ÁCIDO NUCLÉICO, CONSTITUYENTE PRINCIPAL DEL NÚCLEO EN EL PROTOPLASMA DE LA CÉLULA. EN CONSECUENCIA, EL P ES NECESARIO PARA PROMOVER EL MACOLLAJE, EL CUAL DEPENDE DE UNA ACTIVA MULTIPLICACIÓN CELULAR. EL P DESEMPEÑA UN ROL IMPORTANTE EN LA SÍNTESIS DEL ALMIDÓN, CELULOSA Y TRASLOCACIÓN DE CARBOHIDRATOS. DEBIDO A LA CARENCIA DE P, LAS HOJAS DE LA PLANTA SE VUELVEN DE COLOR VERDE OSCURO, LA ALTURA Y EL NÚMERO DE LOS TALLOS DISMINUYE, LA FLORACIÓN Y LA MADUREZ RETARDAN.

CONCLUYE QUE LA DEFICIENCIA DE K, HACE QUE LA PLANTA DE ARROZ SE VUELVA MÁS SUSCEPTIBLE AL BARRENADOR DEL TALLO, HELMINTHOSPORIUM Y BACTERIOSIS; LOS TALLOS APARECEN DÉBILES, FAVORECIENDO LA ROTURA Y TUMBADA DE LAS PLANTAS. DECRECIMIENTO EN RENDIMIENTO DEBIDO A LA DEFICIENCIA EN K SE OBSERVA CUANDO DICHA DEFICIENCIA SE PRESENTA EN EL MOMENTO ACTIVO DEL MACOLLAJE E INICIACIÓN DE LA FORMACIÓN DE LA ESPIGA, MOMENTOS EN LOS CUALES EL CONTENIDO DE N ALCANZA SU MÁXIMO. DEBIDO A LA DEFICIENCIA DE K DESPUÉS DE LA INICIACIÓN DE LA FORMACIÓN DE LA ESPIGA, EL NÚMERO DE ESPÍCULAS POR GOLPE DECRECE, RESULTANDO EN CONSECUENCIA UNA DISMINUCIÓN DEL RENDIMIENTO.

SÁNCHEZ (13), MENCIONA QUE EL ARROZ RESPONDE A FERTILIZACIÓN NITROGENADA, CASI UNIVERSALMENTE EXCEPTUANDO TIERRAS RECIENTEMENTE DESMONTADAS.

DE DATTA (4), OPINA LA DOSIS ÓPTIMA DE DIVERSOS FERTILIZANTES DE FÓSFORO PARA OBTENER EL RENDIMIENTO MÁXIMO DE GRANO EN EL ARROZ, VARÍA CONSIDERABLEMENTE ENTRE LAS FUENTES DE FÓS-

FORO Y LAS CONDICIONES DEL TERRENO. MATSUO (1966), CITADO POR DE DATTA (4) DICE QUE LOS FERTILIZANTES DE FÓSFORO SE APLICAN HABITUALMENTE A RAZÓN DE 30 A 100 KG/HA DE  $P_2O_5$ , A LA MAYOR PARTE DE TERRENOS ARROCEROS ALUVIALES.

EN INDONESIA, EL NIVEL OPTIMO PARA MUCHOS SUELOS CON DEFICIENCIAS EN FÓSFORO PARECE ENCONTRARSE EN LA GAMA DE 18 A 36 KG/HA DE  $P_2O_5$ ; DE GEUS (1954), CITADO POR DE DATTA (4).

LEON (8), COMENTA QUE EN EL CASO DEL FÓSFORO, SE ESTÁN UTILIZANDO NIVELES CRÍTICOS DE ALTO MÁS DE 15 PPM DE P Y DE BAJO DE MENOS DE 15 PPM DE P PARA LA MAYORÍA DE LOS CULTIVOS. CONTINÚA DICHIENDO (8), LA CLASIFICACIÓN DEL FÓSFORO DE LOS SUELOS EN BAJO Y ALTO, ESTÁ BASADA EN LA PROBABILIDAD DE RESPUESTA DE LA COSECHA A LA ADICIÓN DE FERTILIZANTES FOSFATADOS, CUANDO EL FÓSFORO EN EL SUELO ESTÁ CLASIFICADO COMO BAJO, LA PROBABILIDAD DE UNA RESPUESTA SIGNIFICATIVA DE LA COSECHA A LA APLICACIÓN DE DICHO NUTRIMIENTO ES MUCHO MÁS ALTA QUE EN OTRO SUELO EN EL CUAL EL MISMO ELEMENTO ESTÁ CLASIFICADO EN LA CATEGORÍA ALTO.

FRYE (7), PROMEDIANDO LAS CANTIDADES DE FÓSFORO APLICADAS AL ARROZ EN DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO, RESULTA UN PROMEDIO GENERAL DE 80 KG/HA DE  $P_2O_5$  CON CANTIDADES QUE OSCILAN GENERALMENTE ENTRE 40 Y 140 KG/HA. CONTINÚA ESTE AUTOR (7) QUE LA RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN SE HACE TENIENDO EN CUENTA LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO POR EL MÉTODO BRAY II, PARA LO CUAL INVESTIGADORES DEL INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ESTA

BLECIERON UN VALOR DE 15 PPM DE P. COMO LÍMITE ENTRE UN CONTENIDO BAJO Y UNO ALTO, ACONSEJANDO LA APLICACIÓN DE 60 Y 0 KG/HA DE  $P_2O_5$  RESPECTIVAMENTE.

CON RESPECTO AL POTASIO FRYE (7) COMENTA QUE MUNDIALMENTE LAS CANTIDADES DE POTASIO APLICADOS AL ARROZ VARÍAN APROXIMADAMENTE ENTRE 30 Y 140 KG/HA; PARA UN PROMEDIO GENERAL DE 80 KG/HA DE  $K_2O$ ; CON RESPECTO A LAS DOSIS CUANDO EL CONTENIDO DE POTASIO INTERCAMBIABLE SEA MAYOR DE 0.15 M.E./100 G. Y LA RELACIÓN DE LAS OTRAS BASES INTERCAMBIABLES Y EL POTASIO NO SEA MAYOR DE 30-40 APLICAR DE 20 A 40 KG/HA DE  $K_2O$ ; SI EL CONTENIDO DE POTASIO (K) INTERCAMBIABLE ES MENOR DE 0.15 M.E./100G. O LA RELACIÓN ENTRE LA SUMA DE LAS OTRAS BASES Y EL POTASIO ES MAYOR DE 30-35, DEBE APLICARSE ENTRE 50 Y 120 KG/HA, DE  $K_2O$ .

TRABAJOS REALIZADOS EN EL AREA DE IZABAL, GUATEMALA (10, 11) HAN REPORTADO QUE LA RESPUESTA DEL ARROZ A APLICACIONES DE NITRÓGENO, VARÍA DE 49 KG/HA Y 63 KG/HA DE N PARA RENDIMIENTOS DE 4271 KG/HA Y 5555 KG/HA Y RELACIONES DE BENEFICIO/COSTO DE 10.25 Y 5.13 RESPECTIVAMENTE. EN RELACIÓN AL FÓSFORO, ESTOS TRABAJOS (10, 11) MUESTRAN QUE EN CONDICIONES DE CONTENIDOS BAJOS DE FÓSFORO DEL ORDEN DE MENOS 10 PPM LAS RESPUESTAS OBSERVADAS HAN SIDO DE 60 KG/HA DE  $P_2O_5$  PARA RENDIMIENTOS DE 4293 A 5844 KG/HA CON RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE 7.65 Y 2.54 RESPECTIVAMENTE. EN CONDICIONES DE FÓSFORO ALTO EN EL SUELO, LA RESPUESTA A DOSIS DE ESTE NUTRIMENTO HA SIDO NO SIGNIFICATIVA EN TODOS LOS CASOS ESTUDIADOS, CONDICIÓN QUE PUEDE SER EXTRAPOLADA

EN LO QUE RESPECTA A RESPUESTAS A DOSIS DE POTASIO.

POR SU PARTE PEÑA (9), ESTUDIANDO EL COMPORTAMIENTO DEL ARROZ A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA, DETERMINÓ QUE LA DOSIS DE 120 KG/HA DE N FUE SUFICIENTE PARA OBTENER UNA PRODUCCIÓN OPTIMA Y QUE AL AUMENTAR ESTA DOSIS A 140 KG/HA DE N SE PRODUJO UN ABATIMIENTO EN EL RENDIMIENTO; CON RESPECTO AL FÓSFORO ESTE AUTOR DETERMINÓ QUE EN UN SUELO CON PH DE 5.6, ARCILLOSO Y CON CONTENIDOS DE FÓSFORO POR ABAJO DE 4 PPM, UNA APLICACIÓN DE 40 KG/HA DE  $P_2O_5$  FUE INSUFICIENTE DEBIDO PRINCIPALMENTE A PROBLEMAS DE FIJACIÓN A ESTE ELEMENTO QUE DICHO SUELO PRESENTÓ; POR OTRA PARTE, LA RESPUESTA A ADICIONES DE FÓSFORO EN UN SUELO CON ALTO CONTENIDO DE ÉSTE, FUE NEGATIVA, ES DECIR, EXISTIÓ UN ABATIMIENTO EN EL RENDIMIENTO DE EL ARROZ.

SOUSA Y COLABORADORES (16), ENCONTRARON UNA RESPUESTA DIFERENCIAL POR LOCALIDAD QUE FUE DETERMINADA EN 40 KG/HA DE N, 90 KG/HA DE  $P_2O_5$  Y 25 KG/HA DE  $K_2O$  EN LA LOCALIDAD DE PINTADA; 30 KG/HA DE N, 120 KG/HA DE  $P_2O_5$  Y 0 KG/HA DE  $K_2O$  PARA ALANJE Y 40 KG/HA DE N, 120 KG/HA DE  $P_2O_5$  Y 0 KG/HA DE  $K_2O$  PARA LA LOCALIDAD DE CARRIZALES.

TREMINIO ET. AL. (18) INFORMA QUE LOS MÁXIMOS RENDIMIENTOS DE LA VARIEDAD CICA-4 SE ALCANZARON CON 160 KG/HA DE SEMILLA Y UNA FERTILIZACIÓN DE 221.6 - 118.6 - 77.4 KG/HA DE N -  $P_2O_5$  -  $K_2O$  RESPECTIVAMENTE. ACOSTA Y CEPETA (1) DEFINIERON QUE BAJO CONDICIONES DE SECANO, EL ARROZ RESPONDIÓ A UNA DOSIS DE 70 KG/HA DE N CON LO CUAL EL RENDIMIENTO DE CICA - 4, FUE

ÓPTIMO. OBSERVAN QUE BAJO CONDICIONES DE RIEGO, DOSIS MAYORES DE 150 KG/HA DE N PRODUCEN ACAME EN EL ARROZ CICA-4; BAJO ESTAS CONDICIONES LA RESPUESTA A FÓSFORO ES DIFERENCIAL POR LOCALIDAD Y LA MISMA VARÍA DE 40 A 80 KG/HA DE  $P_2O_5$ ; A POTASIO LA RESPUESTA FUE DE 40 KG/HA DE  $K_2O$  EN DOS LOCALIDADES ESTUDIADAS.

SOBRE EL USO FRACCIONADO DEL NITRÓGENO, PEÑA (9) INFORMA QUE UN FRACCIONAMIENTO DEL TOTAL A APLICAR EN 1/2 AL MOMENTO DE LA SIEMBRA Y 1/2 A LOS 40 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA, PRODUJO LOS MEJORES RENDIMIENTOS. POR SU PARTE, RIVERA (12) INFORMA QUE UNA APLICACIÓN TOTAL DE 150 KG/HA DE N FRACCIONADA EN 1/3 AL MOMENTO DE SIEMBRA, 1/3 A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA Y 1/3 A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA, PRODUJO RENDIMIENTOS DEL ORDEN DE 6.1 Tm/HA QUE NO FUERON ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVOS A LOS RENDIMIENTOS ALCANZADOS CON UN FRACCIONAMIENTO DE 2/3 A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA Y 1/3 A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA PARA LA MISMA DOSIS DE N APLICADOS.

EN UNA CORRELACIÓN LLEVADA A CABO EN 24 ENSAYOS (11) PARA CIERTOS CULTIVOS EN LOS CUALES ESTABA INCLUIDO EL ARROZ, SE DEFINIÓ EL NIVEL CRÍTICO DE 5.5 MICROGRAMOS/ML Y DE 59 MICROGRAMOS/ML PARA FÓSFORO Y POTASIO RESPECTIVAMENTE.

ESTRADA Y ALBUREZ (6), EVALUANDO EN EL AREA DE IZABAL 4 NIVELES DE NITRÓGENO, 4 NIVELES DE FÓSFORO Y 4 NIVELES DE POTASIO EN ARROZ, REPORTAN DOSIS ÓPTIMAS DE CAPITAL ILIMITADO DE 28.6 - 60 -13 Kg/HA. DE N- $P_2O_5$ - $K_2O$  RESPECTIVAMENTE. ASÍ MISMO, QUE LA DOSIS ÓPTIMA ECONÓMICA DE CAPITAL LIMITADO (MÁXIMA TASA DE

RETORNO A CAPITAL) ESTUVO COMPRENDIDA EN 28.6 KG/HA DE N; 20KG/HA DE  $P_2O_5$  Y 7 KG/HA DE  $K_2O$ .

### III HIPOTESIS

- III.1: EL N-P-K (NITRÓGENO, FÓSFORO, POTASIO), SON FACTORES LIMITANTES DE LA PRODUCCIÓN.
- III.2: LAS DOSIS OPTIMAS ECONÓMICAS (DOE), SE ENCUENTRAN ENTRE LOS ESPACIOS DE EXPLORACIÓN ESTUDIADOS.

### IV MATERIALES Y METODOS

#### IV.1 LOCALIZACIÓN:

EL PRESENTE ESTUDIO SE LOCALIZÓ EN 4 AREAS REPRESENTATIVAS DE EL VALLE DE EL POLOCHIC, ALTA VERAPAZ, LA ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR ES DE 2-18 METROS, LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS PREVALECIENTES SON: TEMPERATURA MÍNIMA 20-25° C; TEMPERATURA MÁXIMA 25-30° C; PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL 2000-3000 MM; COORDENADAS LATITUD NORTE 15° 21'; GEOGRÁFICAS LONGITUD OESTE 89° 47'.

LAS LOCALIDADES AGROBÓN, LA CABAÑA Y SEPUR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LA SERIE DE SUELOS POLOCHIC; LA LOCALIDAD DE ARMENIA SE ENCUENTRA DENTRO DE LA SERIE DE SUELOS CHACALTE, CUYAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES SON: LA SERIE DE SUELOS POLOCHIC (15), QUE SE CARACTERIZAN POR SER ALUVIALES PROFUNDOS, MAL DRENADOS, QUE SE ENCUENTRAN EN UN CLIMA HÚMEDO, EL SUELO SUPERFICIAL, A UNA PROFUNDIDAD CERCA DE 15 CMS., ES FRANCO ARCILLO LIMOSO, -

FRIABLE, DE COLOR GRIS CAFESÁCEO, EL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA ES ALREDEDOR DEL 6%, LA REACCIÓN ES DE LIGERAMENTE ÁCIDA A NEUTRA, PH ALREDEDOR DE 6.5,

SERIE DE SUELOS CHACALTE (15), SON POCO PROFUNDOS, BIÉN DRENADOS, QUE SE HAN DESARROLLADO SOBRE CALIZA DURA Y MASIVA EN UN CLIMA CÁLIDO Y HÚMEDO. EL SUELO SUPERFICIAL, A UNA PROFUNDIDAD DE 15 CMS. ES UNA ARCILLA DE COLOR CAFÉ MUY OSCURO, FRIABLE, LA ESTRUCTURA ES DE GRANULAR FINA A GRUESA, LA REACCIÓN ES NEUTRA O CASE NEUTRA, PH DE 6.5 A 7.0.

CUADRO I. CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LOS SUELOS DONDE SE INSTALARON LOS EXPERIMENTOS 1/

LOCALIZACIÓN	PH	MICROGRAMOS/ML		MEQ/100 ML DE SUELO		SERIE SUELO
		P	K	CA.	MG.	
AGROBÓN, EL ESTOR IZABAL	5.9	4.00	50	4.80	2.6	POLOCHIC
LA CABAÑA, EL ESTOR, IZABAL	6.4	5.90	40	4.70	3.9	POLOCHIC
SEPUR, PANZÓS ALTA VERAPAZ	6.6	7.00	13.3	7.50	5.0	POLOCHIC
ARMENIA, PANZÓS ALTA VERAPAZ	6.8	32.20	46	8.10	4.7	CHACALTE

1/ ANÁLISIS DEL LABORATORIO DE LA DISCIPLINA DE SUELOS, ICTA.

SOLUCIÓN EXTRACTORA DE CAROLINA DEL NORTE.

#### IV.2 ESPACIOS DE EXPLORACIÓN:

EN BASE A LA LITERATURA Y AL ANÁLISIS DE SUELOS LOS ESPACIOS DE EXPLORACIÓN SE DEFINIERON DE LA SIGUIENTE MANERA:

N :	30 - 60 - 90 - 120	Kg/HA.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :	0 - 30 - 60 - 90	Kg/HA.
K <sub>2</sub> O :	0 - 20 - 40 - 60	Kg/HA.

#### IV.3 TRATAMIENTOS SELECCIONADOS:

LOS TRATAMIENTOS SELECCIONADOS SON LOS PROVENIENTES DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I (19). EN ESTA MATRIZ ESTÁ INVOLUCRADO EL CONOCIMIENTO AGRONÓMICO SOBRE LA RELACIÓN DE RESPUESTA DE UN CULTIVO EN CONJUNTO, A VARIOS FACTORES LIMITATIVOS, (5); ESTOS TRATAMIENTOS SON LOS CONSIGNADOS EN EL CUADRO 2; A LOS QUE SE ADICIONÓ UN TRATAMIENTO TESTIGO ABSOLUTO PARA EL ANÁLISIS ECONÓMICO.

#### IV.4 FUENTES DE FERTILIZANTES:

COMO FUENTE DE NITRÓGENO SE UTILIZÓ UREA AL 46% DE N, TRIPLE SUPERFOSFATO AL 46% DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> COMO FUENTE DE FÓSFORO; MURIATO DE POTASIO AL 60% COMO FUENTE DE K<sub>2</sub>O; Y ENTRE EL MATERIAL EXPERIMENTAL LA LÍNEA DE ARROZ 1145-1.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS SELECCIONADOS PROVENIENTES DE LA  
MATRIZ PLAN PUEBLA I: (KG/HA)

No.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	60	30	20
2	60	30	40
3	60	60	20
4	60	60	40
5	90	30	20
6	90	30	40
7	90	60	20
8	90	60	40
9	30	30	20
10	120	60	40
11	60	0	20
12	90	90	40
13	60	30	0
14	90	60	60
15	0	0	0

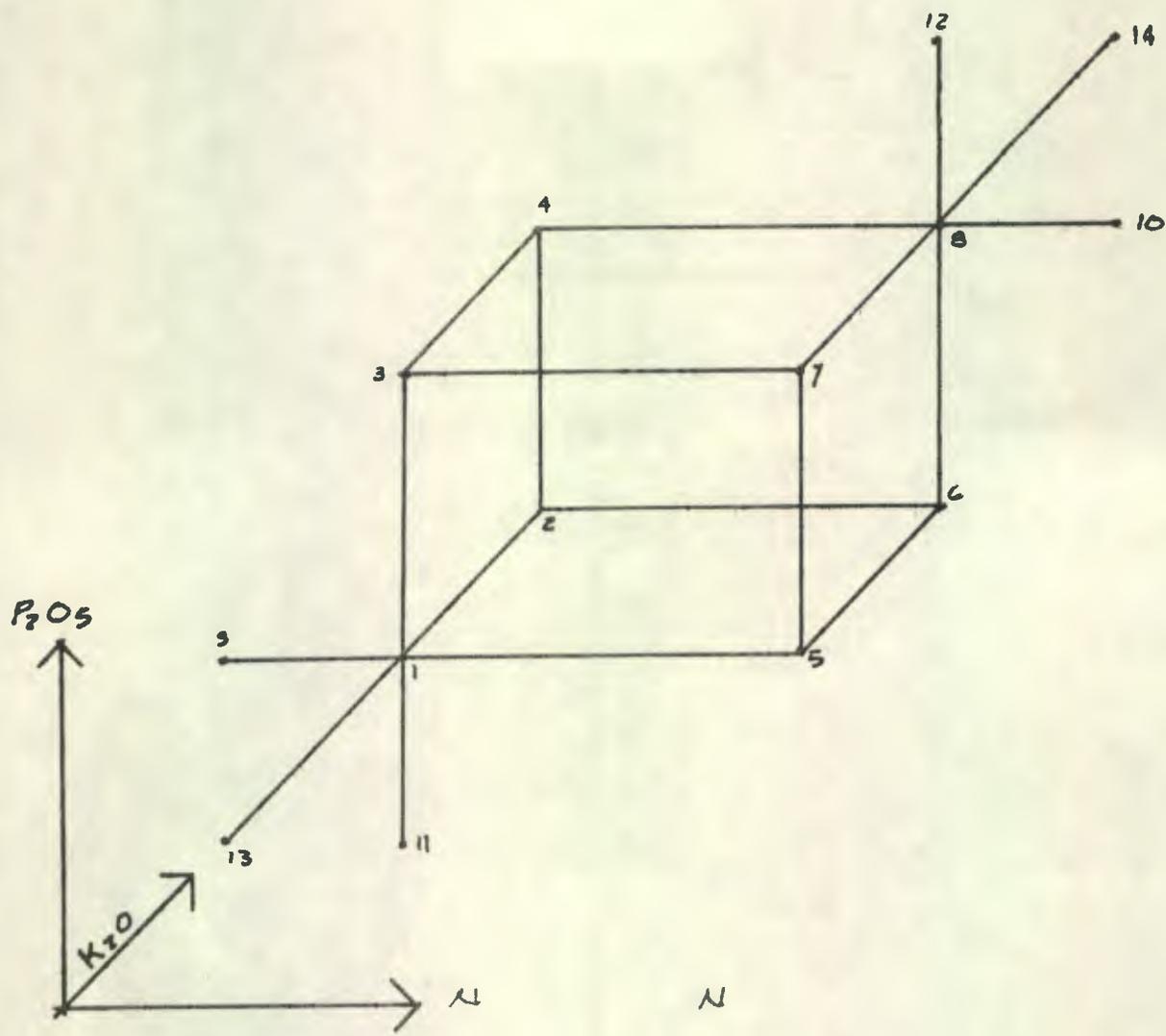


FIGURA 1: Distribucion Grafica de los tratamientos resultantes de la matriz plan Puebla I para 3 factores.

#### IV.5 DISEÑO EXPERIMENTAL:

LOS TRATAMIENTOS SELECCIONADOS SE EVALUARON A TRAVÉS DE UN DISEÑO EXPERIMENTAL DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR CON 4 REPETICIONES DE ACUERDO AL MODELO ESTADÍSTICO SIGUIENTE (17).

$$Y_{IJ} = \mu + R_i + T_j + \epsilon_{IJ} \quad \text{EN DONDE:}$$

Y<sub>IJ</sub> = UNA OBSERVACIÓN

$\mu$  = MEDIA GENERAL

R = REPETICIONES

T = TRATAMIENTOS

$\epsilon_{IJ}$  = ERROR EXPERIMENTAL

i = 1, 2, 3, 4

j = 1 . . . 15.

LA UNIDAD EXPERIMENTAL FUE DE 12 METROS CUADRADOS, QUE INCLUYÓ 8 SURCOS ESPACIADOS ENTRE SÍ A 0.30 METROS Y DE 5 METROS DE LARGO; A UNA DENSIDAD DE SIEMBRA DE 9 GRAMOS/SURCO (60 Kg/Ha.); COSECHÁNDOSE LOS 6 SURCOS CENTRALES PARA UN AREA DE 9 METROS CUADRADOS PARA CADA PARCELA.

#### IV.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO:

SE PREPARÓ EL SUELO CON UN PASO DE ARADO Y DOS DE RASTRA; PREVIO A LA SIEMBRA SE APLICÓ VOLATÓN GRANULADO AL 2.5 PARA PREVENIR EL ATAQUE DE LAS PLAGAS DEL SUELO, A RAZÓN DE 32 Kg/Ha. DEL PRODUCTO COMERCIAL, INCORPORADO AL SUELO; POSTERIORMENTE CON UN SURQUEADOR DE TRACCIÓN MECÁNICA SE SURQUEÓ A UNA DISTANCIA ENTRE SÍ DE 0.30 METROS.

EL SISTEMA DE SIEMBRA FUE AL CHORRO Y EN SURCOS A UNA DENSIDAD DE SIEMBRA DE 60 Kg/HA.

EL FERTILIZANTE SE COLOCÓ EN EL SURCO ABAJO DE LA SEMILLA HABIÉNDOSE APLICADO EL 100% AL MOMENTO DE LA SIEMBRA DE LAS DOSIS SELECCIONADAS DE LA FERTILIZACIÓN FOSFÓRICA Y POTÁSICA. EL NITRÓGENO SE APLICÓ  $1/3$  DE LA DOSIS SELECCIONADA POR TRATAMIENTO AL MOMENTO DE LA SIEMBRA;  $1/3$  A LOS 30 DÍAS DE SEMBRADO Y  $1/3$  A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE SEMBRADO EL ENSAYO.

EL CONTROL DE MALEZAS SE HIZO MANUALMENTE Y USANDO UN PRODUCTO A BASE DE PROPANIL, CUYO NOMBRE COMERCIAL ES STAM ESPECIAL A RAZÓN DE 10 LITROS/HA. DE PRODUCTO COMERCIAL, SE HICIERON APLICACIONES PREVENTIVAS PARA EL CONTROL DE PLAGAS CON UN PRODUCTO ORGÁNICO FOSFORADO A BASE DE METAMIDOPHOS, CUYO NOMBRE COMERCIAL ES TAMARON-600, A RAZÓN DE 1.5 LITROS/HA. DE PRODUCTO COMERCIAL; NO SE HICIERON APLICACIONES DE FUNGICIDAS.

LA COSECHA SE EFECTUÓ A MANO, TARÁNDOSE EL ARROZ EN GRANZA POR PARCELA Y SACÁNDOLE SU HUMEDAD RESPECTIVA EN EL CAMPO.

#### IV.7 MÉTODO DE ANÁLISIS DEL SUELO:

SE MUESTREARON LAS LOCALIDADES DONDE SE INSTALARON LOS EXPERIMENTOS, DICHAS MUESTRAS FUERON ANALIZADAS EN EL LABORATORIO DE SUELOS DEL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS -ICTA- SIGUIENDO LA METODOLOGÍA ESTABLECIDA PARA EL EFECTO Y QUE SE CONOCE COMO SOLUCIÓN EXTRACTORA DE CAROLINA DEL NORTE CON LA CUAL SE DETERMINARON LOS ELEMENTOS P-K-Ca-Mg. LA DETERMINACIÓN DEL PH SE HIZO POTENCIOMÉTRICAMENTE UTILIZANDO UNA RELACIÓN AGUA

SUELO DE 2.5:1

#### IV.8 METODOLOGÍA DE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

LOS RESULTADOS DEL PRESENTE ESTUDIO SE ANALIZARON SIGUIENDO EL MÉTODO GRÁFICO-ESTADÍSTICO DESCRITO POR ESTRADA (5), CITADO POR SETT (14), QUE EN FORMA RESUMIDA, CONSISTE EN LOS SIGUIENTES PASOS:

1. EN EL ANÁLISIS CORRESPONDIENTE SE TOMA EN CUENTA LOS RENDIMIENTOS POR LOCALIDAD DE LOS TRATAMIENTOS REPORTADOS EN EL CUADRO 3, CON LOS QUE SE ELABORAN LAS GRÁFICAS CORRESPONDIENTES PARA CADA UNO DE LOS FACTORES.
2. EL ANÁLISIS DE VARIANZA AL QUE SE SOMETEN LOS RESULTADOS QUE MUESTRA EL CUADRO 3, SE DIVIDEN EN 2: UNO PARA LOS TRATAMIENTOS DEL 1 AL 8 Y OTRO PARA LOS TRATAMIENTOS DEL 1 AL 15, RESPECTIVAMENTE. LA RAZÓN DE LA SUBDIVISIÓN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA, ES DEBIDO A QUE DE ACUERDO AL MÉTODO GRÁFICO-ESTADÍSTICO, EL CUADRADO MEDIO DEL ERROR (CME) DE LOS TRATAMIENTOS DEL 1 AL 8 SON USADOS PARA DETERMINAR LA SIGNIFICANCIA DE LOS EFECTOS FACTORIALES MEDIOS DE LOS FACTORES ESTUDIADOS Y EL CUADRADO MEDIO DEL ERROR DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS TRATAMIENTOS DEL 1 AL 15, SON USADOS PARA DETERMINAR LA SIGNIFICANCIA ENTRE TRATAMIENTO DE EFECTO FACTORIAL SIGNIFICATIVO ( $2^N$ ) EN DONDE N: NÚMERO DE FACTORES EN EVALUACIÓN Y LAS PROLONGACIONES ( $2N$ ) RESPECTIVAS, A TRAVÉS DE UNA DMS (DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA) AL 10% DE PROBABILIDAD DE COMETER ERROR DE TIPO I.

3. LOS RENDIMIENTOS TOTALES DE LOS TRATAMIENTOS QUE CONFORMAN EL 2<sup>N</sup> DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I O SEA LOS NUMERADOS DEL 1 AL 8 EN EL CUADRO 2, SE SOMETEN A LA TÉCNICA DE YATES (3) PARA DEFINIR EL O LOS FACTORES QUE DEBEN SER CONSIDERADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DO - SIS OPTIMA ECONÓMICA DE CAPITAL ILIMITADO EN FORMA GRÁFICA.
4. EN FUNCIÓN A LA SIGNIFICANCIA DE LOS EFM, LOS 8 TRATAMIENTOS CONSIDERADOS SE REDUCEN A UN NÚMERO DE TRATAMIENTOS DEFINIDO POR EL NÚMERO DE FACTORES CUYO EFM FUE SIGNIFICATIVO, CORRESPONDIÉNDOLES UN RENDIMIENTO CONSTITUÍDO POR EL PROMEDIO DE LOS RENDIMIEN - TOS DE LOS FACTORES CUYOS EFM FUERON NO SIGNIFICATIVOS.
5. CON LOS TRATAMIENTOS REDUCIDOS, Y AUXILIÁNDOSE DE LOS TRATA - MIENTOS DE LA FRACCIÓN 2N DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I SE HA - CEN NUEVAS GRÁFICAS Y LA CURVA DONDE SE DETERMINARÁ LA DOECI (DOSIS OPTIMA ECONÓMICA CON CAPITAL ILIMITADO), SERÁ DEFINI - DA POR EL TRATAMIENTO REDUCIDO QUE PRESENTE EL MÁXIMO INGRE - SO NETO Y EN EL PUNTO DONDE SEAN TANGENTES, SE DEFINE LA - DOECI PARA CADA FACTOR.
6. USANDO UNA DMS AL 10% SE COMPARAN LAS PROLONGACIONES DE LOS FACTORES CUYOS EFM FUERON NO SIGNIFICATIVOS PARA DEFINIR SI ESTA SITUACIÓN PERMANECE EN TODO EL ESPACIO DE EXPLORACIÓN Y CONOCER DE ESTA MANERA SI ÉSTOS DEBEN APARECER EN LA - DOECI FINAL.
7. CON LA MISMA DMS SE COMPARAN LOS TRATAMIENTOS REDUCIDOS CON SUS RESPECTIVAS PROLONGACIONES PARA DEFINIR SI ÉSTAS ÚLTIMAS

DEBEN SER CONSIDERADAS PARA EL ANÁLISIS ECONÓMICO PARA DETERMINAR LA DOECL (DOSIS OPTIMA ECONÓMICA CON CAPITAL LIMITADO) SITUACIÓN QUE SE RESUELVE MEDIANTE LA SIGNIFICANCIA DE LAS PROLONGACIONES PUESTO QUE SI ÉSTAS SON NO SIGNIFICATIVAS SERÁ UNA INDICACIÓN DE QUE NO DEBEN SER INCLUIDAS.

8. CON LOS TRATAMIENTOS REDUCIDOS Y LAS PROLONGACIONES A INCLUIR Y UTILIZANDO EL RENDIMIENTO DEL TRATAMIENTO TESTIGO, SE ESTIMA EL INCREMENTO EN RENDIMIENTO ( $\Delta Y$ ) DADO POR LA DIFERENCIA DEL RENDIMIENTO DEL TRATAMIENTO Y DEL TESTIGO. LUEGO SE ESTIMA EL INCREMENTO EN INGRESO NETO ( $\Delta IN$ ) DADO POR LA FUNCIÓN  $IN: Y \Delta Y - CV$  EN DONDE Y: COSTO REAL DE 1 KG DE ARROZ; CV: CORRESPONDE A COSTOS VARIABLES ESTIMADOS POR LA FUNCIÓN  $CV: nN + pP + kK$  EN DONDE N: COSTO REAL DE UN KILOGRAMO DE N; N: KG DE NITRÓGENO DEL TRATAMIENTO. P: COSTO REAL DE UN KILOGRAMO DE  $P_2O_5$ , P: KG DE  $P_2O_5$  DEL TRATAMIENTO; K: COSTO REAL DE KILOGRAMO DE  $K_2O$ ; K: KG DE  $K_2O$  DEL TRATAMIENTO. FINALMENTE SE OBTIENE LA TASA DE RETORNO A CAPITAL ( $\Delta IN/CV$ ) DE CADA TRATAMIENTO Y EL QUE PRESENTE LA MÁXIMA DEFINIRÁ LA DÓISIS OPTIMA ECONÓMICA DE CAPITAL LIMITADO -- (DOECL).

## V RESULTADOS Y DISCUSION

### V.1 DEL ANÁLISIS DEL SUELO:

CON EL PROPÓSITO DE CONOCER EL ESTADO DE FERTILIDAD NATURAL DE LOS SUELOS INVOLUCRADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO SE PROCE-

DIÓ A HACER UN MUESTREO DE LOS MISMOS PARA SER ENVIADOS AL LABORATORIO DE LA DISCIPLINA DE SUELOS DE EL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS -ICTA- EN DONDE SE ANALIZARON USANDO EL MÉTODO DE SOLUCIÓN EXTRACTORA DE CAROLINA DEL NORTE. LOS RESULTADOS DE ESTE ANÁLISIS SE REPORTAN EN EL CUADRO 1, EN DONDE SE PUEDE OBSERVAR QUE LOS SUELOS SON LIGERAMENTE ÁCIDOS.

EL ESTADO DE FERTILIDAD QUE MUESTRAN LAS LOCALIDADES CON RESPECTO A LOS NIVELES CRÍTICOS DE FÓSFORO Y POTASIO; 5.5 MICROGRAMOS/ML Y 59 MICROGRAMOS/ML, RESPECTIVAMENTE (II) SE PUEDE CONSIDERAR QUE AGROBÓN ESTÁ POR ABAJO DE EL NIVEL CRÍTICO EN LO QUE RESPECTA A FÓSFORO; LA CABAÑA Y SEPUR SE ENCUENTRAN LIGERAMENTE ARRIBA DE ESTE NIVEL CRÍTICO, Y ARMENIA SE ENCUENTRA ARRIBA DE ESTE NIVEL CRÍTICO EN FÓSFORO, EL POTASIO EN TODAS LAS LOCALIDADES SE ENCUENTRAN ABAJO DEL NIVEL CRÍTICO.

## V.2 DE LOS RENDIMIENTOS:

EN EL CUADRO 3, SE PRESENTAN LOS RENDIMIENTOS PROMEDIOS OBTENIDOS EN LAS LOCALIDADES ESTUDIADAS, AL 14% DE HUMEDAD Y EN KG/HA, POR TRATAMIENTO. ASIMISMO, SE ANOTA LA MEDIA DE RENDIMIENTO POR LOCALIDAD, LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN Y LA DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA (DMS) AL 0.10 CORRESPONDIENTES.

EN ESTE CUADRO 3, SE PUEDE OBSERVAR QUE EL PROMEDIO DE RENDIMIENTO, ENTRE LOCALIDADES VARÍA DE 4783.13 KG/HA A 7902.6 KG/HA CON UNA DIFERENCIA DE 3119.47 KG/HA. EL MÍNIMO RENDIMIENTO SE OBTUVO EN LA FINCA ARMENIA Y EL MÁXIMO RENDIMIENTO SE OBTUVO EN LA FINCA LA CABAÑA.

POR OTRA PARTE EN LAS LOCALIDADES DE LA CABAÑA, AGROBÓN Y

ARMENIA SE PUEDE OBSERVAR QUE LOS RENDIMIENTOS MÁS BAJOS FUERON LOS QUE INVOLUCRA EL TRATAMIENTO TESTIGO, MIENTRAS QUE EN LA LOCALIDAD DE SEPUR LOS RENDIMIENTOS MÁS BAJOS FUERON LOS QUE INVOLUCRA EL TRATAMIENTO CON 0 KG/HA DE POTASIO DÁNDO UN RENDIMIENTO DE 4649 KG/HA, PERO SE PUEDE NOTAR QUE LA DIFERENCIA ENTRE EL TESTIGO ABSOLUTO Y ESTE TRATAMIENTO ES DE 24 KG/HA.

CON RESPECTO A LOS CV% ANOTADOS EN EL CUADRO 3, SE PUEDE CONSIDERAR QUE EN TODOS LOS CASOS ESTUDIADOS, LOS MISMOS SE ENCUENTRAN ENTRE EL RANGO ESTABLECIDO COMO PERMISIBLE PARA ESTE TIPO DE ESTUDIO.

### V.3 DE LOS ANÁLISIS DE VARIANZA:

SEGÚN SE EXPLICÓ EN LA METODOLOGÍA DE INTERPRETACIÓN SE ANALIZARON POR APARTE LOS TRATAMIENTOS QUE ESTÁN COMPRENDIDOS DEL 1 AL 8 Y DEL 1 AL 15, RESPECTIVAMENTE.

EN LOS DATOS QUE SE EXPRESAN EN EL CUADRO 4 SE OBSERVA QUE EXISTE UNA SIGNIFICANCIA ENTRE REPETICIONES PARA LAS LOCALIDADES DE SEPUR, LA CABAÑA Y AGROBÓN, LO CUAL INDICA QUE EL DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR PERMITIÓ CONTROLAR LA HETEROGENEIDAD DE LA FERTILIDAD NATURAL DEL SUELO; ELIMINÁNDOSE ASÍ CUALQUIER EFECTO DE UN GRADIENTE DE FERTILIDAD QUE PUDIESE INFLUIR SOBRE EL RENDIMIENTO DE ALGUNO DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS. EN LO QUE SE REFIERE A LA SIGNIFICANCIA DE TRATAMIENTOS EN LAS LOCALIDADES DE SEPUR, AGROBÓN Y ARMENIA, ESTO NOS INDICA QUE SI SON LIMITANTES ALGUNOS DE LOS FACTORES ESTUDIADOS EN LA PRODUCCIÓN DEL ARROZ; NO ASÍ EN LA LOCALIDAD DE LA CABAÑA DONDE NO HUBO SIGNIFICANCIA ENTRE TRATAMIENTOS.

CUADRO 3. RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES ESTUDIADAS POR TRATAMIENTO, EXPRESADOS EN KG/HA (A 14% DE HUMEDAD)

TRATAMIENTO	LOCALIDADES				X	
	SEPUR	CABANA	AGROBÓN	ARMENIA		
1	60-30-20	5461	8112	5283	5199	6013.75
2	60-30-40	5237	8060	4694	4951	5735.50
3	60-60-20	4917	7736	5134	4589	5594.00
4	60-60-40	5052	7547	4850	4978	5606.75
5	90-30-20	4993	7758	4468	4525	5436.00
6	90-30-40	5430	8233	5218	5064	5986.25
7	90-60-20	5015	8390	4697	4780	5720.50
8	90-60-40	5048	7834	4697	4475	5513.50
9	30-30-20	4796	7883	4871	4885	5608.75
10	120-60-40	5527	8190	4962	5291	5992.50
11	60- 0-20	5276	7891	4402	4326	5473.75
12	90-90-40	5206	8442	5122	5326	6024.00
13	60-30- 0	4649	7466	5010	5214	5584.75
14	90-60-60	5253	8011	4793	4892	5737.25
15	0- 0- 0	4673	6986	3788	3252	4674.75
MEDIA:		5102.2	7902.6	4799.27	4783.13	5646.80
DMS .10		396.37	583.16	486.58	543.39	
CV%		6.72	8.26	8.51	12.72	

#### V.4 DE LOS EFECTOS FACTORIALES MEDIOS (EFM):

EN EL CUADRO 5 SE CONSIGNAN LOS RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE YATES (3), PARA DETERMINAR LA SIGNIFICANCIA DE LOS EFECTOS FACTORIALES MEDIOS DE LOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES ESTUDIADAS.

EN ESTE CUADRO 5 SE PUEDE OBSERVAR QUE EL N Y K PRESENTARON UN EFM NO SIGNIFICATIVO EN LAS LOCALIDADES ESTUDIADAS CUANDO DICHS NUTRIENTES SE APLICAN EN FORMA INDIVIDUAL; EL P TUVO UN EFM SIGNIFICATIVO EN LA LOCALIDAD DE SEPUR CUANDO SE APLICA EN FORMA INDIVIDUAL. EN LA LOCALIDAD DE AGROBÓN SE PUEDE OBSERVAR QUE AL INTERACCIONAR EL NITRÓGENO Y EL POTASIO FUE ALTAMENTE SIGNIFICATIVA, LO MISMO QUE CUANDO SE INTERACCIONAN LOS TRES ELEMENTOS, ASÍ COMO EN LA LOCALIDAD DE SEPUR. POR LO QUE SE RESUME QUE EN LAS LOCALIDADES DE SEPUR Y AGROBÓN SE PUEDEN CONSIDERAR COMO LIMITANTES EL NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO; NO ASÍ EN LAS LOCALIDADES DE LA CABAÑA Y ARMENIA. AL CAMBIAR DE DOSIS DE 30 A 60 KG/HA DE FÓSFORO LA SIGNIFICANCIA ES NEGATIVA AL INTERACCIONAR N-P-K, EN LAS LOCALIDADES DE SEPUR Y AGROBÓN.

CUADRO 4. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE VARIANZA EXPRESADOS  
EN TERMINOS DE CUADRADOS MEDIOS

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L	LOCALIDADES			
		SEPUR	CABANA	AGROBÓN	ARMENIA
<u>TRAT. 1-8</u>					
TOTAL	31				
REPETICIONES	3	.3975*	2.6772 *	38.6515 *	.2611ns
TRATAMIENTOS	7	.1711ns	.3258ns	.3507 *	.2890ns
ERROR	21	.0903	.3419	.1507	.4033
<u>TRAT. 1-15</u>					
TOTAL	59				
REPETICIONES	3	.3994*	5.3377 *	71.4475 *	.5019ns
TRATAMIENTOS	14	.2974 *	.5748ns	.5789 *	1.0947 *
ERROR	42	.1108	.4264	.1670	.3702

\* : SIGNIFICATIVO A UNA PROBABILIDAD DE COMETER ERROR TIPO I AL 10%.

NS : NO SIGNIFICATIVO.

CUADRO 5. RESULTADOS DE LA APLICACION DE LA TECNICA DE YATES(3) A LOS TRATAMIENTOS QUE CONFORMAN EL 2<sup>N</sup> DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I (19) PARA DETERMINAR SIGNIFICANCIA DEL EFECTO FACTORIAL MEDIO (EFM)

TRATAMIENTO	CÓDIGO YATES	(EFM)				
		SEPUR	CABANA	AGROBÓN	ARMENIA	
1	60-30-20	M	5144.53	7958.78	4880.75	4820.01
2	60-30-40	K	95.14ns	-80.41ns	-30.97ns	93.38ns
3	60-60-20	P	-272.38*	-164.1 ns	-71.13ns	-229.12ns
4	60-60-40	PK	-11.67ns	-292.01ns	-111.2 ns	-51.00ns
5	90-30-20	N	-45.36ns	190.39ns	-220.51ns	-219.01ns
6	90-30-40	NK	139.68ns	39.69ns	405.97*	22.69ns
7	90-60-20	NP	92.21ns	280.47ns	-74.51ns	62.43ns
8	90-60-40	NPK	-190.56*	-223.49ns	-263.56*	-369.73ns
EMS		.10	182.87	355.81	236.23	386.44

\* : EFECTO FACTORIAL MEDIO (EFM) SIGNIFICATIVO A UNA PROBABILIDAD DE COMETER ERROR TIPO I AL 10%.

NS : NO SIGNIFICATIVO.

EMS : EFECTO MINIMO SIGNIFICATIVO: COMPARADOR PARA DEFINIR LA SIGNIFICANCIA DEL EFM.

(EFM < EMS : NO SIGNIFICATIVO; EFM ≥ EMS : SIGNIFICATIVO)

## V.5 DE LAS DOSIS OPTIMAS ECONÓMICAS DE CAPITAL ILIMITADO (DOECI) Y CAPITAL LIMITADO (DOECL):

EN EL CUADRO 6 APARECEN LOS DATOS CORRESPONDIENTES A LAS DOECI DETERMINADAS GRÁFICAMENTE Y LAS DOECL DETERMINADAS DE ACUERDO AL MÉTODO GRÁFICO-ESTADÍSTICO (5).

EN LA LOCALIDAD DE SEPUR DE ACUERDO A LA METODOLOGÍA SE SIGUIA SE DETERMINÓ QUE LA DOECI ES DE 54-16-22 KG/HA DE N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, RESPECTIVAMENTE, TAL COMO SE MUESTRA EN LA GRÁFICA 2; Y DE ACUERDO AL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA DOECL SE DEFINE EN 30-16-0 KG DE N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O POR HA, CON LO QUE SE OBTIENE UNA TASA DE RETORNO A CAPITAL DE 0.92.

EN LA CABAÑA DE ACUERDO A LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA REPORTADOS EN EL CUADRO 4, EL EFECTO DE TRATAMIENTOS FUE NO SIGNIFICATIVO POR LO TANTO SE DEBE SELECCIONAR EL TRATAMIENTO MÁS ECONÓMICO QUE PARA ESTE CASO CORRESPONDE A 0-0-0 KG/HA DE N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O RESPECTIVAMENTE. SIN EMBARGO, SIENDO EL ARROZ UNA GRAMÍNEA SE PUEDE CONSIDERAR LA NECESIDAD DE APLICAR UNA MÍNIMA CANTIDAD DE NITRÓGENO PARA ESTIMULAR EL DESARROLLO VEGETATIVO; SI A LO ANTERIOR SE LE AGREGA QUE LA CANTIDAD MÍNIMA DE NITRÓGENO CORRESPONDE AL NIVEL MÁS BAJO ESTUDIADO QUE SERÍA 30 KG/HA DE NITRÓGENO, CON EL CUAL SE ESTARÍA INCREMENTANDO EL RENDIMIENTO EN 897 KG. QUE REPRESENTARÍAN UN INGRESO BRUTO DE 161.46 QUETZALES, CORRESPONDIENTES A UN INGRESO NETO EQUIVALENTE A 139.06 QUETZALES; ESTO PERMITIRÍA DEFINIR COMO DOSIS OPTIMA ECONOMICA PARA CAPITAL ILIMITADO Y CAPITAL LIMITADO LOS NIVELES DE

NOTA: 1 QUETZAL = 1 U.S. DÓLAR.

30- 0- 0 Kg/HA DE N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O RESPECTIVAMENTE.

EN LO QUE RESPECTA A LA LOCALIDAD DE AGROBÓN, TAL COMO SE MUESTRA EN LA GRÁFICA 3, SE DETERMINÓ QUE LA DOECI ES DE 52 Kg/HA DE N; 30 Kg/HA DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Y 15 Kg/HA DE K<sub>2</sub>O Y PARA LA DOECL DE ACUERDO AL ANÁLISIS ECONÓMICO SE DEFINE COMO DOSIS 30 Kg/HA DE N; 30 Kg/HA DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Y 0 Kg/HA DE K<sub>2</sub>O CON LA CUAL SE OBTIENE UNA TASA DE RETORNO A CAPITAL DE 2.21.

EN LA LOCALIDAD DE ARMENIA SE CONCLUYE QUE SIENDO NO SIGNIFICATIVOS LOS EFECTOS FACTORIALES MEDIOS (EFM) DE LOS FACTORES E INTERACCIONES, EL PASO A SEGUIR ES DETERMINAR POR MEDIO DE UNA DMS, SI LOS FACTORES SON NO SIGNIFICATIVOS EN TODO EL ESPACIO DE EXPLORACIÓN. DE ACUERDO A LA COMPARACIÓN REALIZADA NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE TODOS LOS TRATAMIENTOS DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I, POR LO QUE LA SIGNIFICANCIA ENTRE TRATAMIENTOS QUE MUESTRA EL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA 15 TRATAMIENTOS, ESTÁ DADA EXCLUSIVAMENTE POR EL RENDIMIENTO DEL TESTIGO. POR ESTA RAZÓN LA DOSIS OPTIMA ECONÓMICA PARA LOS DOS NIVELES DE CAPITAL DEBE SER DEFINIDA EN LOS NIVELES MÍNIMOS ESTUDIADOS PARA CADA FACTOR LO CUAL LA HACE SER DE 30-0-0 Kg/HA N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O RESPECTIVAMENTE; CON LO QUE SE ALCANZA EL MÁXIMO BENEFICIO NETO Y LA MÁXIMA TASA DE RETORNO A CAPITAL ESTIMADA EN 3.84.

EN RESUMEN EL NITRÓGENO VARIÓ DE 54 A 30 Kg/HA DANDO UN PROMEDIO DE 41.5 Kg/HA EN LA DOECI, NO ASÍ EN LA DOECL LA CUAL SE MANTUVO EN LAS CUATRO LOCALIDADES EN 30 Kg/HA; CON RESPECTO AL FÓSFORO TANTO EN DOECI COMO EN DOECL VARIÓ DESDE 0 A 30 Kg/HA, DANDO UN PROMEDIO GENERAL DE 11.5 Kg/HA; EN LAS LOCALIDADES DE

SEPUR Y AGROBÓN VARIANDO DE 16 A 30 Kg/HA, RESPECTIVAMENTE, EN LAS LOCALIDADES DE CABAÑA Y ARMENIA LA DOSIS NECESARIA DE FÓSFORO ES IGUAL A CERO; EN LO QUE SE REFIERE A LAS DOSIS NECESARIAS DE POTASIO, SE OBSERVA EN ESTE CUADRO 6 QUE EN LAS LOCALIDADES DE SEPUR Y AGROBÓN SE NECESITA LA ADICIÓN DE POTASIO EN LA DOSIS OPTIMA ECONÓMICA DE CAPITAL ILIMITADO DÁNDO UN PROMEDIO DE 9.25 Kg/HA, SIN EMBARGO, EN LA DÓISIS OPTIMA DE CAPITAL LIMITADO EN NINGUNA DE LAS LOCALIDADES ESTUDIADAS ES NECESARIA LA ADICIÓN DE POTASIO.

OBSERVAMOS EN ESTE CUADRO 6 QUE LA ADICIÓN DE FERTILIZANTES ESTÁ RELACIONADA CON LA SERIE DE SUELOS, EN LAS LOCALIDADES DE SEPUR, CABAÑA Y AGROBÓN, LAS CUALES TIENEN SERIE DE SUELOS POLOCHIC (15) EL PROMEDIO DE APLICACIÓN DE  $N-P_{2}O_{5}-K_{2}O$  ES DE -- 45-15-12 Kg/HA RESPECTIVAMENTE EN DOECI, MIENTRAS QUE EN LA LOCALIDAD DE ARMENIA, LA CUAL ESTÁ DENTRO DE LA SERIE DE SUELOS CHACALTE (15) LA DOSIS A APLICAR ES DE 30 Kg/HA DE N; 0 Kg/HA DE  $P_{2}O_{5}$  Y 0 Kg/HA DE  $K_{2}O$  EN LOS DOS CAPITALES ESTUDIADOS.

EN BASE A LA LITERATURA ESTUDIADA SE PUEDE OBSERVAR EN EL CUADRO 6 QUE LAS DOSIS DE FERTILIZANTES SE ENCUENTRAN DENTRO DE MARCOS ACEPTABLES; (9.10) REPORTAN RESPUESTA DEL ARROZ A DOSIS DE 49 Kg/HA A 63 Kg/HA DE NITRÓGENO. ESTRADA Y ALBUREZ (6) DETERMINARON DOSIS DE 28.6 - 60 - 13 Kg/HA DE  $N - P_{2}O_{5} - K_{2}O$  EN DOECI; FRYE (7) POR SU PARTE COMENTA QUE LAS CANTIDADES APLICADAS EN DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO SON GENERALMENTE DE 40-140 Kg/HA DE FÓSFORO Y DE 30-140 Kg/HA DE POTASIO.

CABE HACER NOTAR, QUE EL TÉRMINO DOECI SE DIFERENCIA DE

DOECL EN EL SENTIDO DE QUE PARA ESTE ESTUDIO EL PRIMERO DE LOS MENCIONADOS REPRESENTA MÁXIMO INGRESO NETO PARA EL AGRICULTOR, MIENTRAS QUE EL SEGUNDO, SE REFIERE A LA MÁXIMA TASA DE RETORNO A CAPITAL.

## VI CONCLUSIONES

TOMANDO EN CUENTA LO DESCRITO EN RESULTADOS Y DISCUSIONES PODEMOS CONCLUIR EN LO SIGUIENTE:

1. EL FACTOR NITRÓGENO ES LIMITANTE EN LA PRODUCCIÓN, NO ASÍ EL FÓSFORO Y EL POTASIO YA QUE SE PUEDEN CONSIDERAR PARCIALMENTE LIMITANTES, PUESTO QUE FUE DE 0 KG/HA PARA LA LOCALIDAD LA CABAÑA Y ARMENIA Y DE 16 KG/HA PARA SEPUR Y 30 KG/HA PARA AGROBÓN EN DOECI. EN CUANTO A DOECL SE REFIERE EL FÓSFORO FUE DE 0 KG/HA PARA LAS LOCALIDADES DE CABAÑA Y ARMENIA, NO ASÍ PARA LAS LOCALIDADES DE SEPUR Y AGROBÓN QUE FUE DE 16 Y 30 KG/HA, SEGÚN SE PUEDE NOTAR EN EL CUADRO 6.  
EN CUANTO AL POTASIO FUE DE 0 KG/HA PARA LAS LOCALIDADES DE CABAÑA Y ARMENIA Y DE 22 Y 15 KG/HA DE POTASIO PARA SEPUR Y AGROBÓN, RESPECTIVAMENTE, EN LA DOECI; EN LA DOECL, FUE DE 0 KG/HA PARA LAS CUATRO LOCALIDADES EN ESTUDIO. POR LO QUE PODEMOS CONSIDERAR UN RECHAZO PARCIAL DE LA PRIMERA HIPÓTESIS PLANTEADA.
2. LAS DOSIS OPTIMAS ECONÓMICAS CON CAPITAL ILIMITADO Y CAPITAL LIMITADO SI SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS ESPACIOS DE EXPLORACIÓN ESTUDIADOS, EN BASE DE LO CUAL NO SE RECHAZA LA SEGUNDA HIPÓTESIS PLANTEADA.

CUADRO 6. DOSIS OPTIMA ECONOMICA PARA CAPITAL ILIMITADO Y  
CAPITAL LIMITADO, DETERMINADA MEDIANTE EL METODO  
GRAFICO - ESTADISTICO  
(Kg/Ha)

LOCALIDAD	D O E C I			D O E C L		
	N	P <sub>205</sub>	K <sub>20</sub>	N	P <sub>205</sub>	K <sub>20</sub>
SEPUR	54	16	22	30	16	0
CABAÑA	30	0	0	30	0	0
AGROBÓN	52	30	15	30	30	0
ARMENIA	30	0	0	30	0	0
PROMEDIO	41.5	11.5	9.25	30	11.5	0

## VII RECOMENDACIONES

SE RECOMIENDA CONTINUAR CON ESTE TIPO DE ESTUDIOS PARA AMPLIAR LA INFORMACIÓN QUE PERMITA DAR RECOMENDACIONES EN BASE A VARIOS ESTUDIOS EN LA ZONA DEL VALLE DEL POLOCHIC, Y DARLE UN ENFOQUE DE AGRUPACIÓN POR AGROSISTEMAS PARA DIAGNOSTICAR DOECI Y DOECL QUE SEAN PRECISAS PARA CADA CONDICIÓN DE PRODUCCIÓN.

N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O  
DOECI 54 - 16 - 22

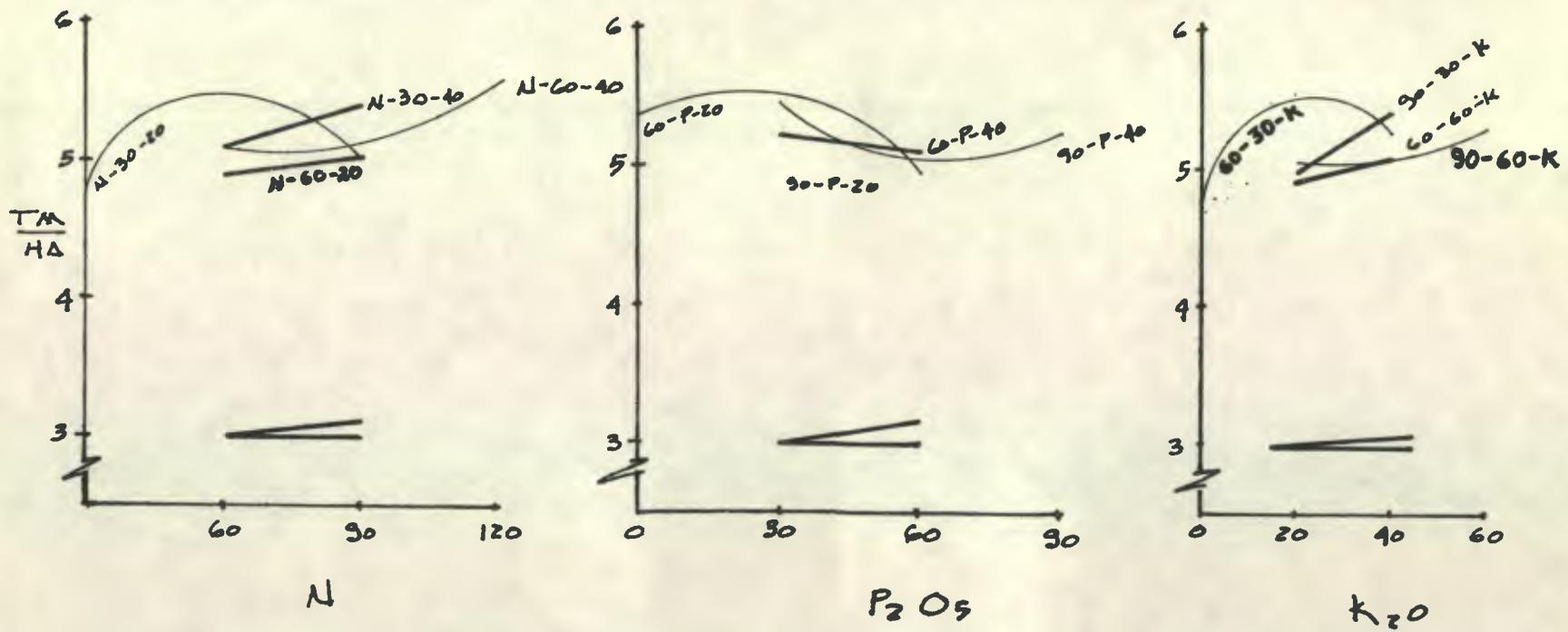
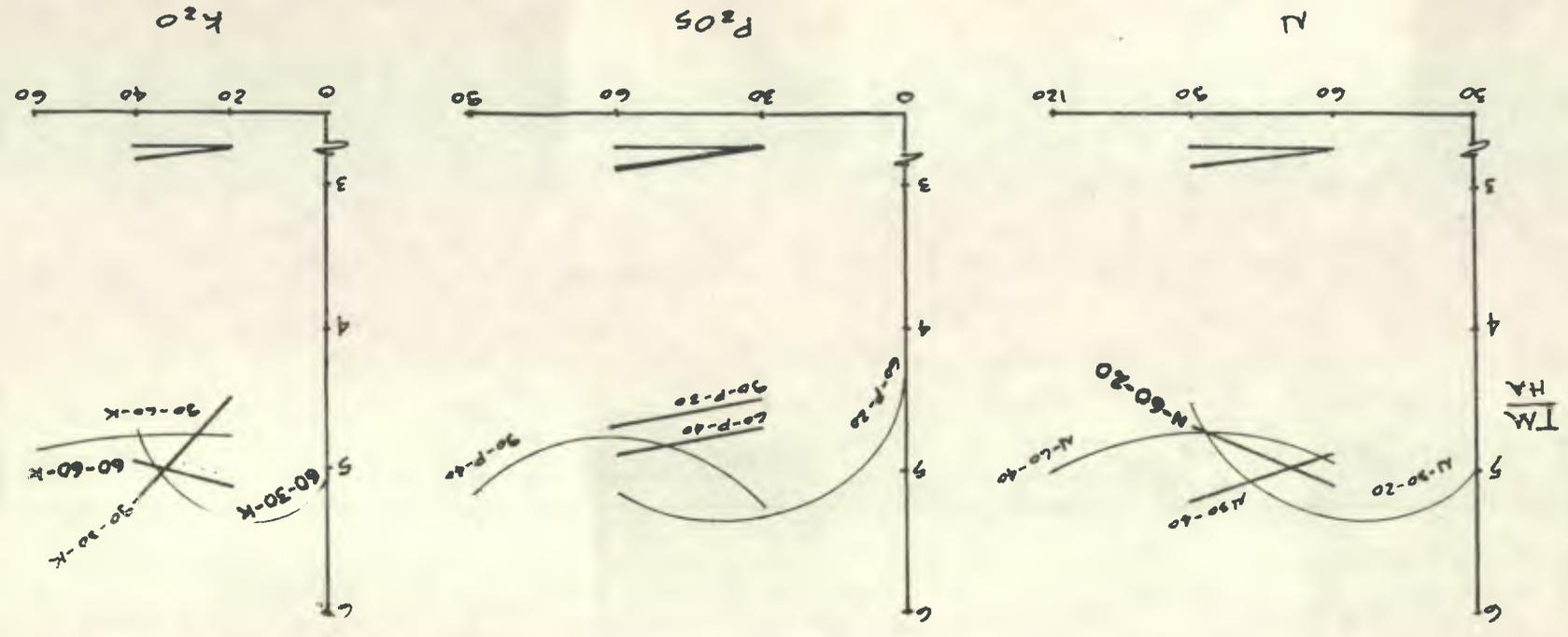


FIGURA 2-DOECI PARA LOS FACTORES N.P.K  
EN LA LOCALIDAD DE PUR.-  
(31)

FIGURA 3 - DOECI PARA LOS FACTORES N-P-K EN LA LOCALIDAD DE AGROBON (32)



N-P2O5-K2O DOECI 52-30-15

BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, C. Y CEPETA, R. RESPUESTA DEL ARROZ DE RIEGO Y SE -  
CANO A N-P-K EN CORDOVA Y BOLIVAR. PROGRAMA NACIONAL  
DE ARROZ. IN REUNION ANUAL ICA 7A, COLOMBIA, 1975.
2. CARMEN, C.M. FERTILIZACIÓN DE SUELOS ARROCEROS. IN PROGRA -  
MA NACIONAL DE ARROZ. CURSO DE CAPACITACIÓN SOBRE EL  
CULTIVO DE ARROZ. LAMBAYEQUE-PERÚ, UNIVERSIDAD AGRA -  
RIA DEL NORTE, 1969.
3. COCHRAN, W.G. Y COX, G.M. DISEÑOS EXPERIMENTALES. MÉXICO,  
TRILLAS, 1974. 661 p.
4. DATTA S.K. DE. FERTILIZANTES Y ACONDICIONAMIENTO DEL SUE -  
LO PARA EL ARROZ TROPICAL. IN CULTIVO DEL ARROZ; MA -  
NUAL DE PRODUCCIÓN. MÉXICO, UNIVERSIDAD DE FILIPINAS,  
ESCUELA DE AGRICULTURA, 1975.
5. ESTRADA LIGORRIA, L.A. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN UTILI -  
ZADA PARA LA OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS SOBRE  
PRÁCTICAS MEJORADAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS.  
GUATEMALA, INSTITUTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA AGRÍCO -  
LAS, 1978.
6. ESTRADA LIGORRIA, L.A. Y ALBUREZ, C. EFECTO DE FERTILIZA -  
CIÓN CON N-P-K SOBRE EL RENDIMIENTO Y COMPORTAMIENTO  
AGRONÓMICO DE LA VARIEDAD TIKAL-2, BAJO CONDICIONES  
DEL VALLE DEL MOTAGUA, IZABAL, GUATEMALA. TEGUCIGAL -  
PA, HONDURAS, 1979.
7. FRYE, A.C. CURSO DE ARROZ. CALI, COLOMBIA, CENTRO INTER -  
NACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL -CIAT-, 1980. (MIMEO)

3. LEON, L.A. EL FÓSFORO DEL SUELO. IN FEDERACIÓN NACIONAL DE ARROCEROS -FEDEARROZ-, CURSO DE ARROZ. COLOMBIA, 1975. PP 71-75.
9. PEÑA, E.G. DE. FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE ARROZ EMPLEANDO 2 NIVELES DE FÓSFORO, 3 DE NÍTRÓGENO Y 3 ÉPOCAS DE APLICACIÓN. IN REUNIÓN ANUAL PCCMCA 22A. SAN JOSÉ, COSTA RICA, 1976. TRABAJOS PRESENTADOS. SAN JOSÉ, COSTA RICA, 1976.
10. PROGRAMA DE NUTRICIÓN VEGETAL. INFORME ANUAL 1973. GUATEMALA, INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS -ICTA-, 1974. PP 71. (MIMEO)
11. PROGRAMA DE NUTRICIÓN VEGETAL. INFORME ANUAL 1974. GUATEMALA, INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS -ICTA-, 1975, 123 P (MIMEO)
12. RIVERA, J.M. EFECTO DEL FRACCIONAMIENTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LOS RENDIMIENTOS DEL CULTIVO DE ARROZ. IN REUNIÓN ANUAL PCCMCA 21A. SAN SALVADOR 1975. SAN SALVADOR, EL SALVADOR, 1975.
13. SANCHEZ, P.A. RESUMEN DE LAS INVESTIGACIONES EDAFOLÓGICAS EN LA AMÉRICA LATINA TROPICAL. NORTH CAROLINA AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION. BOLETÍN TÉCNICO, 219, 1973. 215 P.
14. SETT, C.R. ESTUDIO DE FACTORES LIMITANTES EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ Y DETERMINACIÓN DE DOSIS ÓPTIMAS ECONÓMICAS EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, GUATEMALA. TESIS ING. AGR. GUATEMALA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE AGRONOMÍA, 1973. 37 P.
15. SIMMONS, C.S. TARANO, J.M. Y PINTO, J.H. CLASIFICACIÓN DE RECONOCIMIENTO DE LOS SUELOS DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA. GUATEMALA, JOSÉ DE PINEDA IBARRA, 1959. 1000 P.

16. SOUSA, F. ET AL. RESPUESTA DEL ARROZ A DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTES EN ENSAYOS DE MACETAS Y CAMPO. IN REUNIÓN ANUAL PCCMCA 22A. SAN JOSÉ, COSTA RICA, 1976. SAN JOSÉ, COSTA RICA, 1976.
17. STEEL, R.G. AND TORRIE, J.H. PRINCIPLES AND PROCEDURES OF STATISTICS. NEW YORK, MCGRAW-HILL, 1960. 481 p.
18. TREMINIO, C.R. CRUZ, D. Y DAVIS, J.A. EFECTO DE LA CANTIDAD DE SEMILLA DE SIEMBRA, A NIVELES DE FERTILIZACIÓN EDÁFICA N-P-K, FUENTES Y ÉPOCAS DE APLICACIÓN DEL NITRÓGENO EN VARIEDADES COMERCIALES DE ARROZ. IN REUNIÓN ANUAL PCCMCA 19A. SAN JOSÉ, COSTA RICA, 1973. SAN JOSÉ, COSTA RICA, 1973.
19. TURRENT, A. Y REGGIE, L. MATRICES PLAN PUEBLA ESCRITOS SOBRE LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE PRODUCTIVIDAD DE SUELOS. AGROCIENCIA 19, CHAPINGO, MÉXICO, 1975.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....
Asunto .....
.....

"IMPRIMASE"



DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.  
D E C A N O