

AGR  
0031  
1985

020030

ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE EL EFECTO DE EPOCA DE  
SIEMBRA, VARIEDAD Y FERTILIZACION EN LA PRODUCCION DE  
ARROZ RIEGO EN EL PIE DE MONTE LLANERO

ELIAS AREVALO DIAZ  
HENRY CAMACHO PARRADO

Trabajo de Grado Presentado como  
requisito parcial para optar al  
título de Ingeniero Agrónomo.

Director : LAZARO HUGO LEMUS  
Ingeniero Agrónomo

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE LOS LLANOS ORIENTALES  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA

VILLAVICENCIO, 1985

Universidad Tecnológica  
Llanos Orientales  
BIBLIOTECA

Nota de Aceptación

*Ayerbode*

Presidente del Jurado

*A. Antu*

Jurado

*Quiro*

Jurado

Villavicencio, Noviembre de 1985.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos:

A ERIC J. OWEN, por su valiosa orientación y colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

A HERNANDO PABON FARRA, por su desinteresada, dedicación y colaboración con los autores.

A LUIS FERNANDO SANCHEZ, por sus consejos e indicaciones.

A LAZARO HUGO LEMUS, por su buena voluntad e interés para con los autores en la culminación y sustentación del trabajo.

A el Decano, profesores y demás personas quienes en una u otra forma colaboraron en la realización del trabajo.

MIGUEL BOHORQUEZ MORENO  
Rector

MIGUEL VILLAREAL  
Vicerector

MIGUEL PINEROS REY  
Secretario General

HERNAN GIRALDO VIATELA  
Decano

3

"El Director del trabajo de grado  
y el jurado calificador no serán  
responsables por las ideas  
expuestas por los autores".

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION.....	1
1. REVISION DE LITERATURA.....	5
1.1 EPOCAS DE SIEMBRA.....	5
1.2 FACTORES CLIMATICOS.....	9
1.2.1 Fotoperíodo.....	9
1.2.2 Temperatura.....	12
1.2.3 Radiación Solar.....	15
1.3 FERTILIZACION.....	18
1.3.1 Correctivos.....	18
1.3.2 Fertilizantes.....	19
2. MATERIALES Y METODOS.....	24
2.1 LOCALIDAD.....	24
2.2 ESPECIFICACIONES.....	25
2.3 NIVELES DE FERTILIZACION.....	26
2.4 MATERIAL GENETICO.....	29
2.5 EVALUACIONES.....	30
2.6 PRACTICAS CULTURALES.....	31
2.6.1 Riego.....	31
2.6.2 Fertilización.....	32
2.6.3 Control de Malezas.....	33

2.6.4	Control de Plagas.....	33
2.6.5	Control de Enfermedades.....	33
3.	RESULTADOS.....	36
3.1	DATOS CLIMATOLOGICOS.....	36
3.1.1	Temperatura.....	36
3.1.2	Precipitación.....	42
3.1.3	Brillo Solar.....	44
3.2	RENDIMIENTOS.....	44
3.2.1	Influencia de la época de siembra.....	60
3.2.2	Influencia de la variedad.....	67
3.2.3	Influencia de la fertilización.....	67
3.2.4	Influencia de la época-variedad-fertili- zación.....	71
3.2.5	Influencia climática en los rendimientos	73
4.	DISCUSION.....	76
4.1	EFEECTO DE LA EPOCA DE SIEMBRA.....	76
4.2	EFECTOS DE LA VARIEDAD.....	78
4.3	EFEECTO DE LOS FACTORES CLIMATICOS.....	79
4.4	EFEECTO DE LA FERTILIZACION.....	81
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
6.	RESUMEN.....	87
	BIBLIOGRAFIA.....	92

## LISTA DE TABLAS

		Fág.
TABLA 1.	Comparación de rendimientos entre primero y segundo semestre, de las principales zonas arroceras del Departamento del Meta.....	8
TABLA 2.	Recomendación de Fósforo para arroz riego en suelos clase III.....	20
TABLA 3.	Recomendaciones de Potasio para arroz riego en suelos clase III.....	22
TABLA 4.	Análisis del suelo.....	24
TABLA 5.	Fertilización Comercial.....	27
TABLA 6.	Fertilización "completa".....	29
TABLA 7.	Número de tratamientos.....	35
TABLA 8.	Datos metereológicos de temperatura, precipitación y brillo solar para la estación "La Libertad" (1981).....	39
TABLA 9.	Datos metereológicos de temperatura, precipitación y brillo solar para la estación "La Libertad" (1982).....	41
TABLA 10.	Número de tallos por metro lineal de tres variedades de arroz, en cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.....	48
TABLA 11.	Número de espigas por metro lineal de tres variedades de arroz en cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.....	51

	Pág.
TABLA 12. Número de espiguillas por espiga de tres variedades de arroz, en cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.....	53
TABLA 13. Número de granos por espiga de tres variedades de arroz, en cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.....	56
TABLA 14. Peso de mil granos (gr) en tres variedades de arroz, cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.....	58
TABLA 15. Kilogramos por hectárea de tres variedades de arroz, en cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización (Producción).....	62
TABLA 16. Número promedio de : tallos, espigas espiguillas, granos, peso de mil y kg/Há, para las diversas épocas...	64
TABLA 17. Rendimiento promedio para época y variedad.....	66
TABLA 18. Número promedio de: tallos, espigas, espiguillas, granos, peso de mil y kg/Há, para las diversas variedades.	69
TABLA 19. Número promedio de: tallos, espigas, espiguillas, granos y kg/Há para los diversos tipos de fertilización.....	71
TABLA 20. Rendimiento promedio para época y fertilidad.....	73
TABLA 21. Cuadrados medios para número de tallos, espigas, espiguillas, granos, peso de mil granos y kg/há en arroz riego.....	74

	Pag.
FIGURA 10. Kilogramos por hectárea de tres variedades de arroz, en 4 épocas de siembra y dos clases de fertilización. (Producción).....	61
FIGURA 11. Número promedio de: Tallos, espigas, espiguillas, granos, peso de mil granos y kg/Há para las diversas épocas de siembra.....	63
FIGURA 12. Rendimiento promedio para época y variedad.....	65
FIGURA 13. Número promedio de: tallos, espigas, granos, peso de mil granos y kg/Há para las diversas variedades.....	68
FIGURA 14. Número promedio de: Tallos, espigas, espiguillas, granos, peso de mil granos y kg/Há para los diversos tipos de fertilización.....	70
FIGURA 15. Rendimiento para época y fertilidad.	72

## LISTA DE FIGURAS Y GRAFICAS

	Pág.
FIGURA 1. Comportamiento de la temperatura en 1981. Estación "La Libertad" (ICA)..	38
FIGURA 2. Comportamiento de la temperatura en 1982. Estación "La Libertad" (ICA)..	40
GRAFICA 3. Comportamiento de la precipitación en 1981 y 1982. Estación "La Libertad" (ICA).....	43
GRAFICA 4. Comportamiento del brillo solar en 1981 y 1982. Estación "La Libertad" (ICA).....	45
FIGURA 5. Número de tallos por metro lineal de tres variedades de arroz, en cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.....	47
FIGURA 6. Número de espigas por metro lineal de tres variedades de arroz, en cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.....	50
FIGURA 7. Número de espiguillas por espiga de tres variedades de arroz, en cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.....	52
FIGURA 8. Número de granos por espiga de tres variedades de arroz, en cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.....	55
FIGURA 9. Peso en gramos de mil granos en tres variedades de arroz, cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.....	57

## INTRODUCCION

En Colombia el cultivo de arroz tiene gran importancia socioeconómica por el área que se dedica a su siembra y por ser básico en la dieta del pueblo.

En 1980 llegó a ocupar el 12% del área cultivada del país y en 1982 se dedicaron para su siembra 453.000 hectáreas, teniendo dos zonas potenciales para su desarrollo ya que existen en estas regiones grandes recursos naturales y tierras adecuadas; La Costa Atlántica y los Llanos Orientales<sup>(\*)</sup>.

En el departamento del Meta el arroz riego ocupa un lugar muy importante con respecto a los demás cultivos, tanto por su área dedicada como por su producción e importancia económica.

Actualmente, los Llanos Orientales, han llegado a ser una importante área de producción de arroz. En esta zona, las características climatológicas -alteración de épocas lluviosas y secas- son parecidas a las que se observan en

otros países tropicales. Sin embargo, el cambio en los niveles de rendimiento que generalmente se obtienen en las diferentes épocas, es anormal, la producción por unidad de superficie de arroz riego bajo iguales condiciones de irrigación es mayor en la época lluviosa que en la época seca. Durante cuatro épocas de siembra, Junio de 1981-Abril de 1982 se llevó a cabo una investigación de campo, un estudio de tres factores climáticos (temperatura-precipitación-brillo solar), dos niveles de fertilización y de crecimiento, desarrollo y formación del rendimiento de la planta de arroz, se adelantó con el objeto de obtener información sobre factores relativos a este extraño cambio estacional en la productividad del cultivo.

## JUSTIFICACION

En condiciones de los Llanos Orientales, los promedios de la producción de arroz riego disminuyen en el segundo semestre hasta en un 30%<sup>(22)</sup>. Varios trabajos han determinado algunas posibles causas del problema y descartado otras, por revisión de literatura, vemos que en algunos países tropicales productores de arroz se han hecho trabajos similares, estudiando factores de clima, épocas de siembra y fertilización, factores que inciden en los rendimientos de arroz<sup>(14, 15, 17, 18, 24)</sup>.

Teniendo en cuenta la importancia del cultivo, se planeó un trabajo con los siguientes objetivos.

o

#### **OBJETIVOS GENERALES**

- Determinar la producción de arroz riego en los Llanos Orientales en diferentes épocas de siembra con materiales genéticos diferentes (IR-22, Cica 8, Metica 1).

- Determinar la posible influencia de factores climatológicos (temperatura-precipitación-brillo solar), época de siembra, variedad y fertilización, en la disminución de los rendimientos de arroz riego del primer semestre comparada con el segundo semestre del año.

#### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar el efecto de la época de siembra en la producción de tres variedades de arroz en los Llanos Orientales.

- Determinar la influencia de los factores climatológicos (temperatura-precipitación-brillo solar) en la producción de tres variedades de arroz en los Llanos Orientales.

- Determinar la influencia del uso de dos niveles de

fertilización en la producción de tres variedades de arroz en los Llanos Orientales, sembrada en diferentes épocas.

- Correlacionar los factores climatológicos (temperatura-precipitación-brillo solar), época de siembra, variedad y los dos niveles de fertilización con los resultados obtenidos.

## 1. REVISION DE LITERATURA

### 1.1 EPOCAS DE SIEMBRA

La constante del clima tropical permite a los cultivadores de arroz en los Llanos Orientales sembrar dos cosechas al año. Semestre A, primera y principal época de siembra, se inicia cuando las lluvias son más frecuentes, Abril y Mayo, para efectuar la recolección entre Agosto y Septiembre, o sea siembra y recolección durante la temporada de lluvias (9. 27).

Quando se dispone de agua y riego hasta el final del año, en los Llanos Orientales, se puede sembrar entre Julio y principios de Septiembre y recolectar entre Diciembre y Enero. A esto se le llama segunda época de siembra o sea recolección en temporada seca. Normalmente los dos cultivos no son sembrados en el mismo lote (9. 27).

En los países tropicales productores de arroz donde existe diferenciación de épocas lluviosa y seca, se sabe que cuando un cultivo madura durante una época con muchos

días soleados y abundante radiación solar, producirá altos rendimientos que cuando la maduración ocurre en un periodo con abundante lluvia y nubosidad<sup>(9, 14)</sup>.

Generalmente la cantidad de radiación solar recibida durante los últimos 30 días antes de la recolección es considerada decisiva en la obtención de altos rendimientos<sup>(9)</sup>.

Otros autores establecen que la radiación solar es factor importante en los 45 días anteriores a la recolección.

el patrón de producción basado en obtención de bajos rendimientos con poca radiación solar durante la época lluviosa y obtención de altos rendimientos con abundante radiación solar en la época de verano, podría ser considerado para las dos épocas de siembra en los Llanos Orientales. Sin embargo, los cultivos son más productivos cuando maduran en la primera época de siembra, Semestre A<sup>(8)</sup>.

Ensayos en parcelas a nivel semicomercial llevados a cabo por el Instituto Colombiano Agropecuario en ambas épocas de siembra durante varios años, mostraron que la disminución de los rendimientos en la producción de arroz riego en el semestre B persiste y ocurre en toda el área

arrocería de los Llanos. existen diferentes reacciones según las variedades y algunos responden más fuerte al efecto de la época de siembra que otras pero la misma tendencia puede verse en todas las variedades comerciales (Ver Tabla 1) (9).

Lo anterior lo corroboró Ramos (22), quien llevó registros durante el primero y segundo semestre, de crecimiento, componentes de rendimiento y producción de las variedades IR-22 Cica 4 y Costa Rica, bajo dos densidades de siembra y tres niveles de fertilización nitrogenada. Los registros indican que durante el segundo semestre los rendimientos se redujeron en un 37%, 35% y 33% para las variedades IR-22, Cica 4 y Costa Rica respectivamente.

En investigación hecha durante dos años en los Llanos Orientales y de acuerdo a resultados obtenidos, las condiciones ambientales bajo las cuales se cultiva arroz riego en el semestre B es de mayor potencial para obtener mayores rendimientos, sin embargo es el semestre de menor productividad; lo que hace que Leiber (11) plantee la no recomendación de una fecha especial de siembra ya que el semestre de mayor potencial de producción, en la práctica es el semestre de menor rendimiento.

**TABLA 1. Comparación de rendimiento entre primer y segundo semestre, de las principales zonas arroceras del Departamento del Meta.**

Variedad	Año	Producción Ton/Ha (14% Humedad)	
		Primer Sem.	Segundo Sem.
Colombia 1	1968	3,65	2,06
Colombia 2	1968	3,58	1,68
Monolaya	1968	0,50	0,30
Cica 4	1970	4,20	3,58
IR-22	1970	4,50	2,79
Línea 13	1970	6,58	2,86
IR-8	1970	4,20	2,67
Línea 13	1972	4,38	2,32
IR-8	1972	3,70	3,35
Promedio		3,77	3,51

FUENTE: ICA, Reunión Anual del Programa Nacional de Arroz Palmira, 1972.

## 1.2 FACTORES CLIMATICOS

### 1.2.1 Fotoperíodo

De acuerdo con la localización geográfica y las condiciones climáticas bajo las cuales se cultiva el arroz. Los componentes ambientales más importantes que cambian con la época de siembra y que influyen en el crecimiento, desarrollo y producción parecen ser el fotoperíodo, la temperatura y la radiación solar (2. 9. 15. 25. 32).

Tanaka, et al (26. 27), reporta que en las variedades sensibles a fotoperíodo, la duración del crecimiento varía sensiblemente. En ensayos realizados en los Baños, Filipinas, usó las variedades Peta como moderadamente sensible y BPI 76 como altamente sensible al fotoperíodo. Cuando sembró temprano, se prolongó la duración del período vegetativo y cuando sembró más tarde se acortó la duración de este período. La causa de este fenómeno fue la ocurrencia de días largos durante la siembra temprana y de los días cortos prevalecientes durante la siembra tardía. La diferencia en la duración del día en los Baños, es aproximadamente 2 horas; los días cortos, de más o menos 11 horas, ocurren en Diciembre y los días largos, de más o menos 13 horas, ocurren en Junio.

Tanaka<sup>(26)</sup>, estableció que la duración del crecimiento está determinada por la sensibilidad al fotoperíodo dentro de la fase del crecimiento vegetativo. La variedad Peta produjo bajos rendimientos en las siembras tempranas, con un total de 137 días sin que lo largo ó lo corto del día fuera asociado con los bajos rendimientos; la variedad BPI 76, produjo altos rendimientos cuando sembró en Mayo, con una duración de 178 días, mostrando diferencias en producción consideradas de carácter estacional. Peta se consideró no estacional y BPI 76 se consideró variedad estacional.

Vergara y Lilis<sup>(28)</sup>, usando la variedad BPI 76 en los Baños, Filipinas, reportaron observaciones similares cuando se sembró en Febrero, Marzo y Abril. La floración fue retardada e irregular, hubo buen macollamiento, pero se formaron pocas panículas. Estas irregularidades se atribuyeron a la longitud del fotoperíodo y al número de ciclos fotoinductivos que recibieron las plantas durante el período de crecimiento inicial.

La localización geográfica de el área arrocera en los Llanos Orientales permite una corta variación del fotoperíodo, los días cortos ocurren en Diciembre, 11 horas 53 minutos y los días largos ocurren en Junio, 12 horas 21 minutos (HIMAT, 1982). Con el pequeño cambio en

la longitud del día reportado para esta área, la respuesta a la influencia del fotoperíodo puede ser pequeña<sup>(7)</sup>.

Leihner<sup>(11)</sup>:, investigó en los Llanos Orientales los efectos del fotoperíodo en la duración del período vegetativo y concluyó que el período no influye en la duración de la fase vegetativa aunque encontró influencia en la producción de materia seca y en los rendimientos.

Vergara et al<sup>(30)</sup>, reportó un caso en que los efectos de el fotoperíodo en la duración del crecimiento se manifestaron con una diferencia en la longitud del día, de solo 14 minutos.

Vergara, Tanaka, Lilis y Puranabhavung<sup>(31, 26)</sup>, lo mismo que Kawano y tanaka<sup>(29)</sup>, sugieren la existencia de una misma duración óptima de crecimiento para obtener un máximo de rendimiento. Vergara et al<sup>(30)</sup>, sembraron en los Baños, Filipinas, más de 40 variedades en época lluviosa, Junio, y en época seca, Diciembre, y compararon la duración del crecimiento relacionado con los rendimientos, encontrando que una duración de 130-146 días entre siembra y recolección correspondió a los más altos rendimientos.

Kawano<sup>(25)</sup> y Takana<sup>(26)</sup> sembraron en Julio y diciembre diferentes variedades en distintas localidades, de los Baños, Filipinas, encontraron que los rendimientos disminuyeron cuando la duración entre siembra y recolección, duró 120 días. Los autores sugieren que los rendimientos obtenidos pudieron ser, debido a una deficiente formación de materia seca causada por un desbalance entre fotosíntesis y respiración.

### 1.2.2 Temperatura

En la producción de arroz en áreas tropicales, las bajas temperaturas del aire, tienen poca importancia. Sin embargo, cambios estacionales de unos pocos grados centígrados, en algunas áreas arroceras, han sido reportadas influenciando la duración del crecimiento, el rendimiento y otras características de la planta. Temperaturas bajas en épocas secas en las Filipinas, alargan la duración del crecimiento aumentando la producción de una variedad Japónica, la Taiwan 3<sup>(9,25)</sup>.

Estudios más recientes, en IRRI<sup>(9)</sup>, muestran que el tipo moderno indicó enano de arroz, como IR 8 e IR 22, reaccionaron claramente a la influencia de la temperatura. El crecimiento de IR 8 en diferentes localidades y altitudes varía hasta en 28 días (125 a 153

días de siembra a recolección) el cual fue atribuido a diferencias en temperatura lo mismo que alguna sensibilidad de la variedad al fotoperíodo.

Ebata y Nagano<sup>(3)</sup> establecieron que temperaturas medias, 23°C, demoran el crecimiento y la formación del grano pero al final se aumenta el peso de éste.

Tanaka y Vergara<sup>(27)</sup> mencionan posibles explicaciones para observaciones en las que grandes producciones son frecuentemente reportadas cuando las temperaturas son bajas durante la maduración. Establecen que esta facultad puede comprenderse en la relación de menor respiración a temperaturas más bajas o también puede ser debido a un largo período de maduración.

Las bajas temperaturas retardan el período de maduración permitiendo recibir mayor cantidad de radiación solar, durante este período, teniendo como resultado altas producciones; se menciona también que temperaturas altas durante el período de maduración asociada con alta radiación solar están relacionadas con altas producciones. (IRRI<sup>(9)</sup>).

Un efecto desfavorable de las temperaturas altas en la formación del grano y en su producción fueron reportadas

9

por Masushima y Tsunoda<sup>(13)</sup>, Nagato y Ebata<sup>(14)</sup> quienes encontraron que temperaturas mayores de 25°C media diaria, tienen efectos desfavorables en la maduración del grano, acorta el período de maduración, el peso del grano es bajo reflejandose en los rendimientos y debido al exceso de almidón acumulado en el grano se presenta un gran porcentaje de grano partido, causando pérdidas de molinería.

Algunos autores reportan una temperatura óptima, media diaria para una producción máxima de datos provenientes de ensayos en campo, invernadero y Fitotrón. Temperaturas alrededor de 21°C fueron consideradas las más favorables para obtener alta producción. Una temperatura óptima para maduración de 22°C fue reportada por Matsushima y Tsunoda<sup>(17. 15. 13)</sup>.

Las temperaturas óptimas reportadas en los Baños, Filipinas, son diferentes a las temperaturas registradas en los Llanos Orientales, especialmente durante el período de maduración en el segundo semestre, Noviembre 26°C-Enero 27°C, son más altas que los niveles reportados en los Baños, Filipinas, sin embargo las temperaturas medias y sus oscilaciones son muy similares a las registradas en los Baños, Filipinas, luego la temperatura no es una limitación muy severa para la producción de

arroz (9, 4, 7).

La duración del crecimiento, la formación del grano, la producción y otra características de la planta han sido descritas como variables influenciadas por la temperatura. Oda y Honda<sup>(19)</sup>, reportan que un incremento de la temperatura reduce el número de renuevos, y establecieron además que por encima de cierto límite de temperatura se detiene la elongación de la hoja y no brotan más renuevos.

El IRRI<sup>(9)</sup> confirmó las investigaciones anteriores y además indicó que el macollamiento, 30 días después de transplante se correlacionó positivamente con la temperatura, mientras que 60 días después del transplante se encontró una correlación negativa entre los dos factores: macollamiento-temperatura. Un mínimo de 22,2°C fue reportada como necesaria para una buena antesis; Matsushima y Tsunoda<sup>(13)</sup> asignaron a una temperatura alta 31-32°C durante la diferenciación de la panícula como una causa de la reducción de la fertilidad de las espiguillas.

### 1.2.3 Radiación Solar

En áreas tropicales con pequeños cambios en longitud del

día o en lugares donde se usan variedades no sensibles a fotoperíodo y la temperatura está, dentro de los límites seguros, la radiación solar puede tener una influencia decisiva en la producción y los cambios estacionales de radiación pueden determinar una época potencial de producción. Moomaw, Baldazo y Lucas<sup>(14)</sup> reportaron que los ciclos de radiación solar durante las épocas de lluvia o verano llegan a ser los principales causantes para cada efecto estacional en la producción de arroz. Los autores reportan que en estudios preliminares, IRRI<sup>(?)</sup>, los valores de radiación solar obtenidos llegaron a ser el mayor parámetro ambiental que determina la producción. Cuando las producciones fueron consideradas normales y la radiación solar fue medida desde floración a recolección, la correlación entre la radiación solar y la producción fue alta. Los máximos rendimientos fueron obtenidos cuando la recolección se realizó en Marzo, Abril y Mayo, que son los meses de más altos niveles de radiación solar en los Baños, Filipinas.

Hayashi<sup>(5)</sup> ensayó cuatro variedades en los Baños, Filipinas, en dos diferentes épocas de siembra, Mayo y Junio. La radiación media durante el ciclo total de crecimiento fue más alta para la primera época que para la segunda época. Las medidas de los registros de la primera siembra en el período de maduración fueron

329-340 cal/(cm<sup>2</sup>día) y para la segunda siembra fueron de 197-198 cal/(cm<sup>2</sup>día). Con estas diferencias en radiación solar se incrementó altamente la producción en la primera época de siembra<sup>(6)</sup>.

Los datos de radiación solar para los Llanos Orientales reportados por el HIMAT son similares a los obtenidos en Filipinas. En los Llanos los niveles bajos de radiación son obtenidos durante la primera época de siembra, Junio 295 cal/(cm<sup>2</sup>día) y los niveles altos se obtienen al final de la segunda época de siembra, Enero 428 cal/(cm<sup>2</sup>día). La segunda época llega a ser obviamente más favorable para la producción que la primera bajo el punto de vista de radiación solar, HIMAT <sup>(7)</sup>.

Tanaka et al<sup>(24)</sup> enfatizan en la importancia de la radiación solar como el factor climático de mayor importancia que determina la rata de fotosíntesis de un cultivo. Los mismos autores y otros IRRI<sup>(9)</sup> dan gran significado a la radiación solar en la determinación de producción total de materia seca. En 31 pruebas en 11 localidades diferentes en seis países del sudeste asiático, observaciones climáticas llevadas a cabo por el IRRI indicaron que la producción fue baja cuando el peso de la paja en cosecha fue bajo, lo mismo que cuando la cantidad de horas luz fue alta entre la floración y

cosecha o cuando el peso de las plantas fue bajo en cosecha.

### 1.3 FERTILIZACION

Aunque las condiciones del medio en que se desarrolla el sistema radicular del arroz de riego son muy diferentes a los de otros cultivos que no están sometidos a inundaciones, se han elaborado tablas guías para recomendar fertilizantes según los análisis del suelo<sup>(20)</sup>.

Owen y Sánchez<sup>(20)</sup> recomiendan la aplicación de correctivos y fertilizantes en arroz riego. Ya que los suelos dedicados al arroz riego (clase III) no presentan idénticos niveles de fertilidad, el cultivo responde en forma diferente a la aplicación de fertilizantes. Con la información obtenida mediante la correlación entre los resultados de los análisis de suelos y los de pruebas regionales, se han establecido niveles críticos para los diferentes nutrimentos.

#### 1.3.1 Correctivos

Debido a los efectos de la inundación sobre el aumento del pH y la consiguiente disminución de Al

intercambiable, no es necesario neutralizarlo totalmente con correctivos, para el normal crecimiento del arroz de riego. Se ha establecido que para las diferentes variedades la cal requerida puede calcularse con la siguiente fórmula: (23, 24)

Cal requerida en Ton/Há =  $0,35 \times Al$  (meq/100 gr)

La cal debe aplicarse uniformemente al voléo e incorporarse con rastrillo 15 o 20 días antes de la siembra para que tenga tiempo de reaccionar y corregir el suelo (23, 24)

o

### 1.3.2 Fertilizantes

Nitrogeno: (N) La dosis recomendada tiene un rango entre 40 y 120 kg/Há, dependiendo de la variedad, susceptibilidad de la variedad al volcamiento, incidencia y control de enfermedades del año (23, 24).

Para variedades tolerantes a *Pyricularia Oryzae* y susceptibles a volcamiento, la dosis de (N) recomendada puede oscilar entre 40 y 80 kg/Há. Si no tiene problema de volcamiento se puede aplicar económicamente hasta 120 kg/Há de (N) (23, 24).

Durante el segundo semestre agrícola, Octubre-Marzo y dada la menor incidencia de la enfermedad, las dosis máximas permitidas económicamente están entre 40 y 80 kg/Ha (23, 24).

Fósforo: ( $P_2O_5$ ). Las recomendaciones de fósforo deben basarse en los análisis de suelo y en los niveles críticos que se han establecido para este cultivo en particular (ver Tabla 2) (23, 24).

**TABLA 2. Recomendaciones de fósforo para arroz riego en suelos clase III.**

ppm P en el suelo	Nivel Crítico*	Dosis $P_2O_5$ recomendada en kg/Ha
Menor de 5	M B	100 - 150
5 - 10	B	75 - 100
10 - 20	M	50 - 75
Mayor de 20	A	25 - 50

\* MB = Muy Bajo; B = Bajo; M = Medio; A = Alto.

Por su naturaleza, los suelos dedicados a arroz riego, clase III, en los Llanos Orientales son altamente

fijadores de P porque en ellos predominan los compuestos de Fe y Al, elementos muy hábiles para reaccionar con el P, fijándolo y disminuyendo su disponibilidad para las plantas. Por esto es conveniente hacer la fertilización fosfatada con fuente de disponibilidad lenta como el Calfos y las rocas fosfóricas (23, 24).

Como el arroz se siembra al voleo en los Llanos, el P debe aplicarse al voleo e incorporarse antes de la siembra (Calfos y rocas fosfóricas) o al momento de la siembra (Superfosfatos) (23, 24).

Potasio: ( $K_2O$ ). El arroz riego responde positivamente y significativamente a la aplicación de K en los suelos Clase III.

Como no se puede generalizar una recomendación por que el contenido de K en los suelos es variable; se han establecido los siguientes niveles críticos. Según Sánchez y Owen (ver Tabla 3.).

No se han encontrado diferencias significativas entre Cloruro de Potasio (60% de  $K_2O$ ), y Sulfato de Potasio (50% de  $K_2O$ ). La primera fuente sería preferible por su mayor concentración pero la segunda además de Potasio suministra Azufre. El K se debe aplicar al voleo,

fraccionando 50% a la siembra y 50% a los 25 - 30 días después de la germinación<sup>(23, 24)</sup>.

**TABLA 3. Recomendaciones de Potasio para el arroz riego en suelos clase III.**

K/meq/100 gr en el suelo	Nivel Crítico*	Dosis Recomendada en kg/Há
Menos de 0,1	M B	90 - 120
0,1 - 0,2	B	60 - 90
0,2 - 0,3	M	30 - 60
Más de 0,3	A	0 - 30

\* MB = Muy Bajo; B = Bajo; M = Medio; A = Alto.

Micronutrientes: Tanto en el arroz como en otros cultivos la nutrición con micronutrientes ha tomado énfasis en los últimos años, lo cual se atribuye a varios hechos: la extracción continua por los cultivos; disminuyendo su concentración en el suelo; el empleo de fertilizantes puros; el uso de variedades mejoradas que desplazan gradualmente a las tradicionales que están más adaptadas a las deficiencias y toxicidades, y al uso intensivo de los suelos con dos o más cosechas al año<sup>(12, 23)</sup>.

Algunos estudios preliminares realizados en los suelos de los Llanos Orientales, han mostrado una respuesta positiva a las aplicaciones de Mn, Cu y Zn, pero dichas respuestas no siguen un patrón general, puesto que depende de la variedad y del suelo utilizado. La mejor forma de aplicación ha sido en su orden: aplicación en la semilla, foliar y al suelo<sup>(12)</sup>.



**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS**  
**SISTEMA DE BIBLIOTECAS**  
**MEMOROTECA**  
**Villavicencio - Meta**

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 LOCALIDAD

La presente investigación se realizó en el Centro Regional de Investigaciones "La Libertad", localizada en el departamento del Meta, municipio de Villavicencio, en un terreno con las siguientes características fisico-químicas: es una terraza media con diques naturales, bien a pobremente drenada, de textura media a fina perteneciente a suelos Clase III y taxonómicamente clasificado como un Oxic - Dystropet.

TABLA 4. Análisis del suelo

	%	P	Fe	<u>Miliequivalentes/100 gr suelo</u>						
Tex	pH	MO	ppm	ppm	Al	Ca	Mg	K	Na	CIC
FAr	4,9	1,7	6,3	271	2,7	1,6	0,1	0,1	0,3	4,8

FUENTE: Laboratorio de Suelos Tibaitatá ICA, Marzo 30 de 1981.

Entre Junio de 1981 y Abril de 1982 se realizaron cuatro cosechas en las dos épocas de siembra generalizadas en la región, con tres variedades de arroz y dos clases de fertilización.

Para el presente trabajo fueron variables la época de siembra, la fertilización y el material genético. Fueron constantes la preparación del suelo, el control de malezas, plagas y enfermedades, la aplicación del riego y demás labores agronómicas que demandó el cultivo.

## 2.2 ESPECIFICACIONES

Diseño Experimental: Parcelas sub-subdivi-didas.

- Parcela principal: época de siembra.

- Sub-parcela : las variedades.

- Sub-subparcela : niveles de fertilización.

Tamaño de la sub-subparcela : 5 x 5 m = 25 m<sup>2</sup>

Distancia entre sub-subparcelas : 2 m

Numero de repeticiones : 3

Total de tratamientos : 24 (Ver tabla 7)

Método de siembra : Surcos a 30 cm

Densidad de siembra : 64 kg/Há

Gramos de semillas/m lineal : 2 gr

Epocas de siembra : 1º = E 1 26 de Junio de 1981  
2º = E 2 26 de Agosto de 1981  
3º = E 3 26 de Octubre de 1981  
4º = E 4 26 de Abril de 1982

### 2.3 NIVELES DE FERTILIZACION

Fertilización comercial = F1

Las recomendaciones de fertilización comercial para los suelos de Clase III y arroz de riego son:

Nitrógeno: Se recomienda una aplicación de 100 kg/Há, fraccionandolo en terceras partes a los 30 días después de germinado el arroz, o sea, a la iniciación del macollamiento; a los 55 días; o sea, en el máximo macollamiento y a los 75 días; o sea, a la iniciación de la panícula. Se aplicó en partes iguales, las tres aplicaciones se hicieron en la fase vegetativa del desarrollo (23, 24).

Fósforo: Se recomienda una aplicación de 50-150 kg/Há de  $P_2O_5$ , dependiendo del análisis de suelo en el nivel

crítico en que se encuentre. Para nuestro caso se empleó 150 kg/Há de  $P_2O_5$  y fue aplicado todo antes de la siembra (23, 24).

**Potasio:** Se recomienda aplicar de 30-120 kg/Há de  $K_2O$ , dependiendo del análisis del suelo y en el nivel crítico que se encuentre. Para nuestro caso se empleó 90 kg/Há de  $K_2O$ , se aplicó fraccionado así: La mitad con la primera aplicación de Nitrógeno; o sea, a los 30 días después de germinado el arroz; y la otra mitad a los 55 días, con la segunda aplicación de Nitrógeno, o sea máximo macollamiento(23, 24).

**TABLA 5. F1 = Fertilización comercial.**

Fertilizante	Dosis		kg/Há de la	
	kg/Há	Fuente	Fuente	fuente: en gr/parcela
N	100	Urea	217,4	54,35
$P_2O_5$	150	SFT*	260,0	815,0
$K_2O$	90	KCl**	150,0	375,0

\* Superfosfato triple.

\*\* Cloruro de potasio.

Fertilización completa = F2

Las dosis y el número de micronutrientes aplicados en esta fertilización "completa" (F2), se basó en la recomendación hecha por el Programa de Suelos del Centro Regional de Investigación del Instituto Colombiano Agropecuario Regional No. 8; en consulta con su director el Dr. Luis Fernando Sanchez y los autores de este trabajo. Con esta fertilización se buscaba contrarrestar el posible efecto estacional, y dar mejores condiciones nutricionales a la planta.

Por revisión de literatura, el semestre B, o segunda época de cosecha del año, las actividades físico-químicas en el suelo y la planta son más aceleradas, debido a la mayor temperatura y mayor brillo solar. Presentándose limitaciones para la absorción de micronutrientes en los suelos ácidos tropicales<sup>(21)</sup>.

Los fertilizantes como Nitrógeno, Fósforo y Potasio para esta fertilización "completa" (F2) se aplicaron en las mismas épocas de la fertilización comercial (F1); los elementos adicionales en la "completa" como son los micronutrientes fueron aplicados antes de la siembra junto con el Fósforo.

TABLA 6. F2 = Fertilización "completa".

Fertilizante	Dosis		kg/Há de la	
	kg/Há	Fuente	Fuente	fuente: en gr/parcela
Cal Agrí.	750	Cal agrí.	750,0	1875,0
N	100	Urea	217,4	543,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	300	SFT	652,0	1630,0
K <sub>2</sub> O	180	KCL	300,0	750,0
Mg	20	MgSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	205,4	513,4
S	10	Flor de S	10,0	25,0
Cu	3	CuSO <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O	12,0	30,0
Zn	3	ZnSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	13,26	33,15

#### 2.4 MATERIAL GENETICO

Varietad 1: (Metica 1), Proviene del cruzamiento de IR-22/IR-930-147-8/Colombia 1, como progenitor femenino e IR-930-31-10/IR-622/Colombia 1, como progenitor masculino.

De crecimiento rápido y vigoroso, macollamiento intermedio, tallos fuertes, flexibles, resistentes al volcamiento. Un poco más alta que Cica 4, Cica 7, Cica 9,

posee un período vegetativo de 123 días de siembra a cosecha. Posee gran tolerancia a Pyricularia tanto el follaje como el cuello de la panícula<sup>(33)</sup>.

variedad 2: (IR-22). proviene del cruzamiento de IR-8 x Taducán = Línea 10. Crece por encima de los 80 cm florece a los 100 días con un período vegetativo de 125 días.

Susceptible a Pyricularia en el follaje y el cuello de la panícula, presenta resistencia a hoja blanca y al volcamiento<sup>(33)</sup>.

Variedad 3 (Cica 8). Proviene del cruzamiento de IR-665 x Tepep como progenitor masculino y Cica 4 como progenitor femenino.

De crecimiento rápido y vigoroso, de macollamiento abundante crece entre 80 y 110 cm con tendencia al volcamiento en condiciones de riego. Período vegetativo de 135 días. Tolerante a Pyricularia y moderadamente resistente a Sogata y por consiguiente a la hoja blanca<sup>(33)</sup>.

## 2.5 EVALUCIONES

Se efectuaron las siguientes evaluaciones en cada unidad

experimental.

Componentes de rendimiento: Número de tallos, número de espigas y número de espiguillas por espiga en un metro lineal, número de granos por panícula, peso de mil granos y el rendimiento total por parcela.

Datos climatológicos: tomados en la estación meteorológica "La Libertad". Temperatura, precipitación y brillo solar.

## 2.6 PRACTICAS CULTURALES

El área de experimentación recibió el tratamiento convencional en lo que respecta a preparación del suelo.

### 2.6.1 Riego

Después de tener el lote sembrado se caballoneó de tal forma que cada parcela quedó aislada con respecto a las otras para evitar influencia de las diferentes fertilizaciones. La lámina de agua se colocaba entre los 8 y 12 días después de germinado el arroz. A partir de allí el riego fue constante y se quitó solamente para efectuar labores culturales.

Las germinaciones se lograron con la precipitación natural exceptuando la tercera época de siembra donde se necesitó riego de germinación.

### 2.6.2 Fertilización

Correctivos: Para la fertilización completa (F2), se incorporó cal agrícola entre los 15 y 20 días antes de la siembra, lo correspondiente a 750 kg/Há; para la fertilización comercial, F1, no se aplicó cal.

Nitrógeno: El Nitrógeno fue constante en las dos fertilizaciones, fraccionada a los 30, 55 y 75 días después de la germinación.

Fósforo: Para las dos clases de fertilización este fertilizante se incorporó antes de la siembra.

Potasio: Este fertilizante se aplicó fraccionado, el 50% en la siembra y el otro 50%, 30 días después de la germinación.

Micronutrientes: El Magnesio, Cobre, Azufre y Zinc fueron incorporados antes de la siembra en la fertilización "completa" F2, junto con el Fósforo.

### **2.6.3 Control de Malezas**

A los 15 días después de germinado el cultivo, se aplicó una mezcla de Propanil más Bentiocarbo, en dosis de 8 y 10 litros de producto comercial por hectárea respectivamente.

### **2.6.4 Control de Plagas**

En la segunda época de siembra se presentó un ataque de Hydrelia, que se controló con Carbofurán (Furadán). El control de chinches para evitar manchado del grano se hizo con Fosfamidón (Dimecrón) y Carbaryl (Servín) aprovechando la aplicación de fungicidas para el control de enfermedades en la espiga.

### **2.6.5 Control de Enfermedades**

Las enfermedades que se presentaron durante el ensayo se controlaron así:

Para las dos épocas correspondientes al semestre A, donde fue mayor la incidencia de enfermedades; y las otras dos épocas, o sea, semestre B, donde hubo una menor incidencia.

A los 45 días después de germinado el arroz se

presentaron los primeros síntomas Pyricularia Orizae para la primer época de siembra, y fue controlada con una mezcla de Hinosán + Antracol (0,75 lts. + 1,5 kg/Há).

Para las demás épocas de siembra e incluyendo la primera se hicieron aplicaciones al iniciar el espigamiento (75 días después de germinado), para prevenir y controlar: Pyricularia Orizae, Rhynchosporium Orizae y Helminthosporium Orizae, con las siguientes mezclas:

- Primera Aplicación: Hinosán + Benlate (1,0 lts. + 0,2 kg/Há).
- Segunda Aplicación: Blas-S + Dithane M+45 (1,0 lts + 0,2 kg/Há), 10 Días después de la primera aplicación.
- Tercera Aplicación: Bim + Benlate (0,4 + 0,2 kg/Há), 10 días después de la segunda aplicación.

o

Además, se controló el vector del virus de la hoja blanca, el Sogatodes Oryzicola, durante los 60 días después de germinado el arroz, para cada época de siembra; aplicando Monocrotofos (Azodrin 1,0 lts/Há).

**TABLA 7. Número de tratamientos.**

No de Tratam.	Epoca	Variedad	Fertilización
1	1	1	1
2	1	1	2
3	1	2	1
4	1	2	2
5	1	3	1
6	1	3	2
7	2	1	1
8	2	1	2
9	2	2	1
10	2	2	2
11	2	3	1
12	2	3	2
13	3	1	1
14	3	1	2
15	3	2	1
16	3	2	2
17	3	3	1
18	3	3	2
19	4	1	1
20	4	1	2
21	4	2	1
22	4	2	2
23	4	3	1
24	4	3	2

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 DATOS CLIMATOLÓGICOS

Durante los dos años en que se realizó el trabajo de campo, 1981-1982, las variaciones de clima en los factores medidos: Temperatura, precipitación y brillo solar, no presentaron mayores cambios a excepción de Febrero y Diciembre del año 1981, donde se registraron lluvias; meses que pertenecen a la época de verano y donde normalmente no se presentan precipitaciones altas. A medida que se presentan los resultados correspondientes a los datos climatológicos medidos, se puede observar mejor las variaciones entre un año y otro.

##### 3.1.1 Temperatura

Para las primeras épocas de siembra: Junio, Agosto y Octubre de 1981, los cambios de temperatura fueron mínimos con diferencia entre una y otra época de 0,9°C.

El comportamiento de la temperatura durante el año 1981,

fue moderado y normal para la zona, según registros de la estación meteorológica "La Libertad" (7); con una máxima de 33,8°C para el mes de Enero; una mínima de 20,4°C para el mes de Julio; una media máxima de 27,6°C para el mes de Enero y una media mínima de 23,6°C para el mes de Julio, Presentándose una diferencia entre la media máxima y la mínima de 4°C (Ver Figura 1, Tabla 8).

Durante 1982 la temperatura fue muy análoga con respecto a 1981, con una sola variación en el mes de máxima temperatura, ya que para 1981 se presentó en Enero; y para el año de 1982 la temperatura máxima de 32,8°C fue para Febrero, con una diferencia de 1°C entre un año y otro; la temperatura mínima de 20,4°C para el mes de Julio, presentándose en el mismo mes y la misma temperatura para los dos años (1981-1982); la media máxima de 27,2°C para el mes de Febrero, y la media mínima de 23,6°C para el mes de Julio, presentándose una diferencia de 3,6°C entre la temperatura media máxima y mínima.

Durante el mes de la cuarta época de siembra, Abril a Septiembre de 1982, la diferencia de temperatura fue de 1,1°C (7) (Ver Figura 2, Tabla 9).

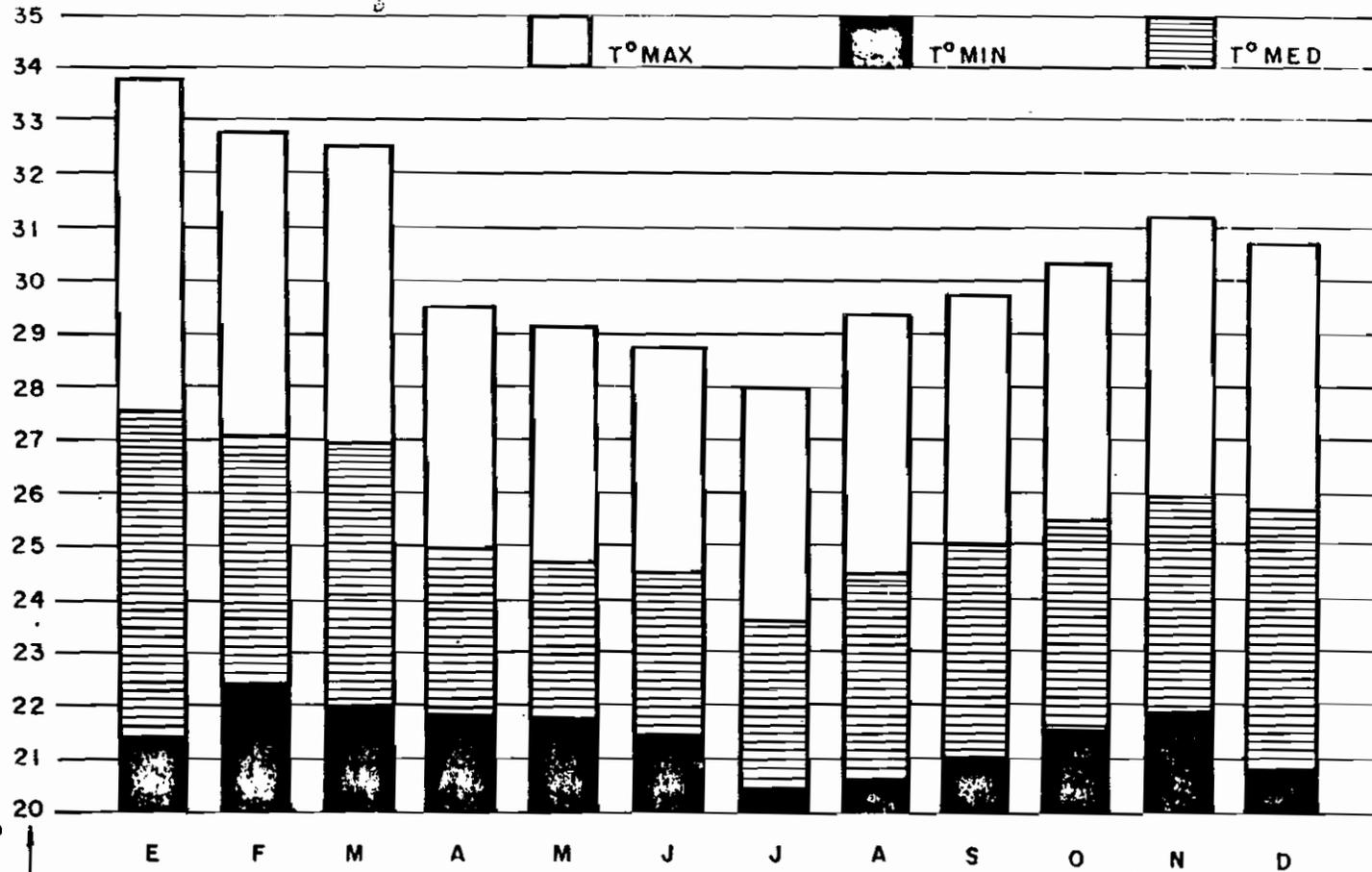


FIGURA N° 1 COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA EN 1981  
ESTACION LA LIBERTAD ( ICA ).

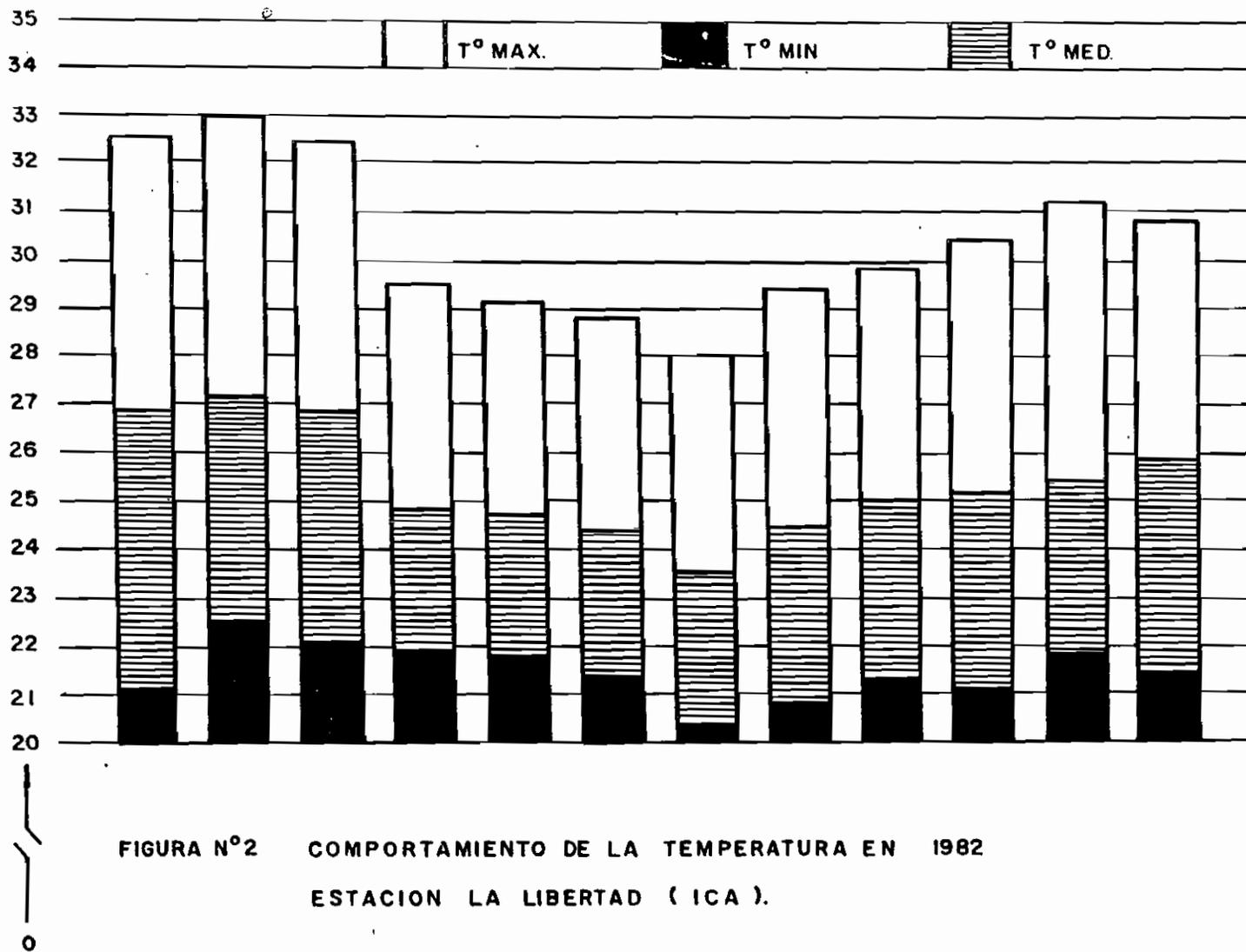
TABLA 8. Datos meteorológicos de Temperatura, precipitación y brillo solar para la estación "La Libertad".

	T°			Pp	B.S	
	Max	Min	Media	mm	h/acum*	X diaria**
E	33,8	21,4	27,6	2,8	258,9	8,4
F	32,8	22,4	27,2	133,9	136,8	4,9
M	32,5	22,0	27,0	103,2	163,8	5,2
A	29,6	21,8	25,0	394,2	110,4	3,6
M	29,1	21,7	24,7	743,9	143,4	4,6
J	28,8	21,4	24,5	214,1	153,9	5,1
J	28,8	20,4	23,6	162,7	120,1	3,8
A	29,4	20,6	24,4	215,4	154,7	4,9
S	29,8	21,0	25,0	176,6	154,2	5,1
O	30,4	21,4	25,4	369,4	201,7	6,5
N	31,2	21,9	26,0	219,8	221,5	7,3
D	30,8	20,8	25,8	168,7	203,8	6,5

\* Horas acumuladas durante el mes.

\*\* Promedio diario durante el mes.

FUENTE: ICA, 1981.



**TABLA 9. Datos meteorológicos de Temperatura, precipitación y brillo solar para la estación "La Libertad".**

	T°			Pp	B.S	
	Max	Min	Media	mm	h/acum*	X diaria**
E	32,4	21,2	26,8	3,3	246,6	8,0
F	32,8	22,6	27,2	19,9	119,9	4,3
M	32,0	22,2	26,8	120,9	94,5	3,0
A	29,0	21,9	24,8	540,0	103,0	3,4
M	29,2	21,8	24,7	494,2	156,8	5,1
J	28,7	21,3	24,4	177,8	186,7	6,2
J	28,0	20,4	23,6	325,6	122,2	3,9
A	29,8	20,8	24,4	306,6	168,8	6,0
S	30,2	21,3	25,0	197,8	127,6	4,3
O	30,4	21,1	25,2	429,3	156,1	5,0
N	30,4	21,8	25,4	326,6	146,7	4,4
D	30,4	21,4	25,8	99,1	166,3	5,4

\* Horas acumuladas durante el mes.

\*\* Promedio diario durante el mes.

FUENTE: ICA, 1982.

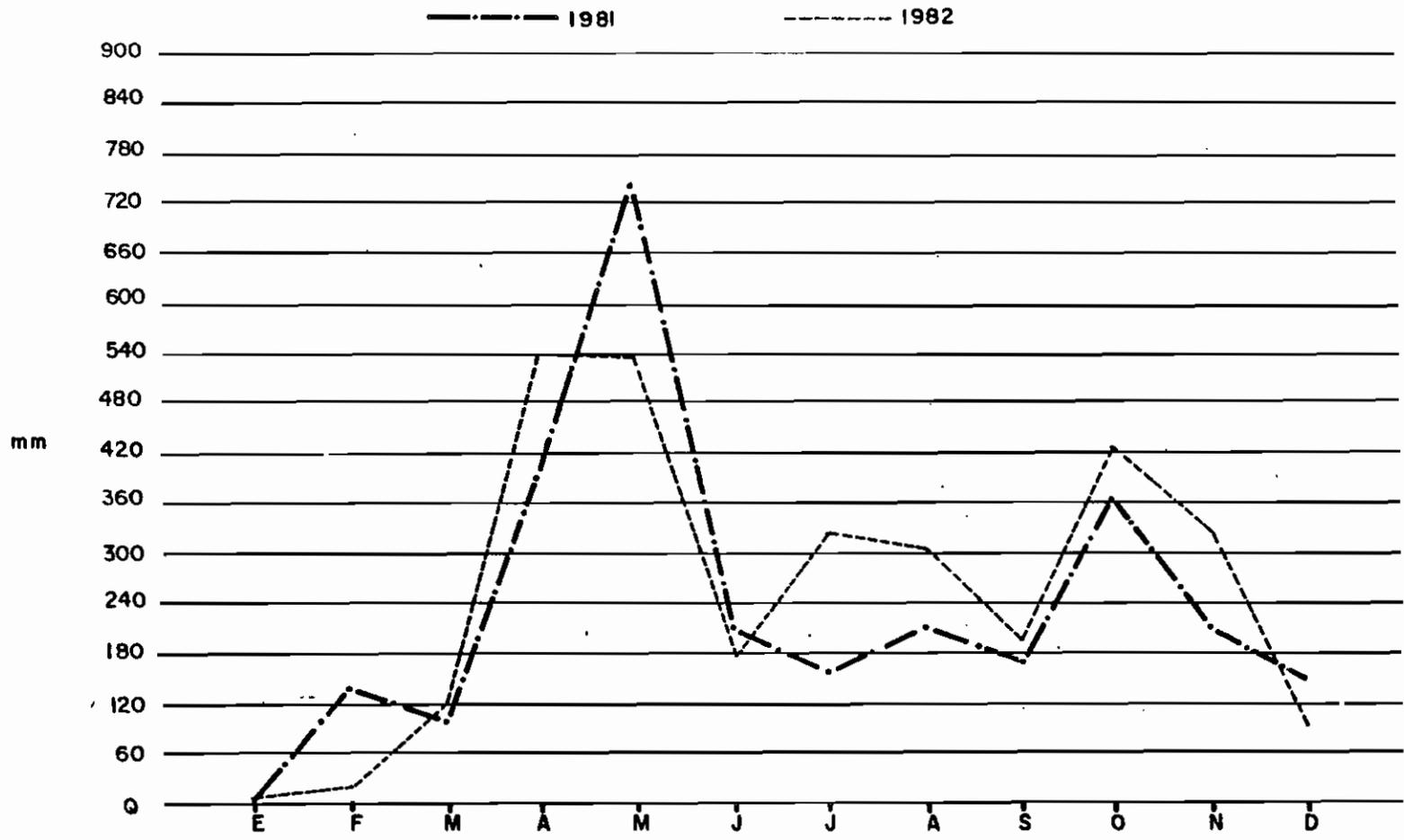
### 3.1.2 Precipitación

En 1981 la precipitación registrada durante el año, tuvo el inicio de la temporada de lluvias en el mes de Febrero con 133,9 mm, mes no frecuente en la iniciación de la temporada de lluvia en la zona; ya que según registros de años anteriores, Febrero es un mes seco<sup>(7)</sup>. se presentó un máximo de 743,9 mm para el mes de Mayo, y fue declinando progresivamente hasta Diciembre, con 168,7 mm, mes que supuestamente es seco; la precipitación mínima de 2,8 mm para el mes de Enero (Ver Gráfica 3, Tabla 8).

o

Durante el año de 1982, el inicio de la temporada lluvia es normal; según datos registrados en años anteriores por la estación meteorológica "La Libertad"<sup>(7)</sup>. Se presentó una precipitación de 540 mm para el mes de Abril, siendo la máxima durante el año; es muy similar en Mayo, y empieza a declinar progresivamente hasta el mes de Octubre, donde aumenta, para disminuir en Noviembre con 326,6 mm e inicia la temporada seca en Diciembre.

En este factor climatológico es donde se presenta la variación, entre 1981-1982: En el mes de Febrero hay una diferencia de 113,8 mm y en Diciembre 69,6 mm más de precipitación, para 1981; sin embargo en el año de 1982 hubo mayor precipitación durante la distribución anual,



GRAFICA N°3 COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACION EN 1981 Y 1982  
ESTACION LA LIBERTAD ( ICA )

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA

con un total de 3041,1 mm; para 1981 menos precipitación durante la distribución anual, ya que fue de 2905,7 mm; para una diferencia de 135,4 mm más en 1982'?' (Ver Gráfica 3, Tabla 9).

### 3.1.3 Brillo Solar

las condiciones de precipitación y nubosidad durante 1981, permitieron que las horas de luz no presentaran oscilaciones muy fuertes; el mes de Enero con 258,9 horas de brillo solar acumuladas durante el mes fue el mayor y el mes de Abril con 110,4 horas de brillos solar acumuladas durante el mes fue el menor'?' (Ver Gráfica 4, Tabla 8).

Durante 1982, debido a que hubo mayor precipitación y mayor nubosidad, se registró menos brillo solar durante todo el año con relación a 1981. Durante la última época de siembra (E4) se presentó variación entre Agosto (168,8 horas) y Julio (122,2 horas)'?' (Ver Gráfica 4, Tabla 9).

## 3.2 RENDIMIENTOS

Número de tallos por metro lineal: el mayor número de tallos por metro lineal correspondió a: época 1 (Junio de 1981); variedad IR-22, tanto para los dos niveles de

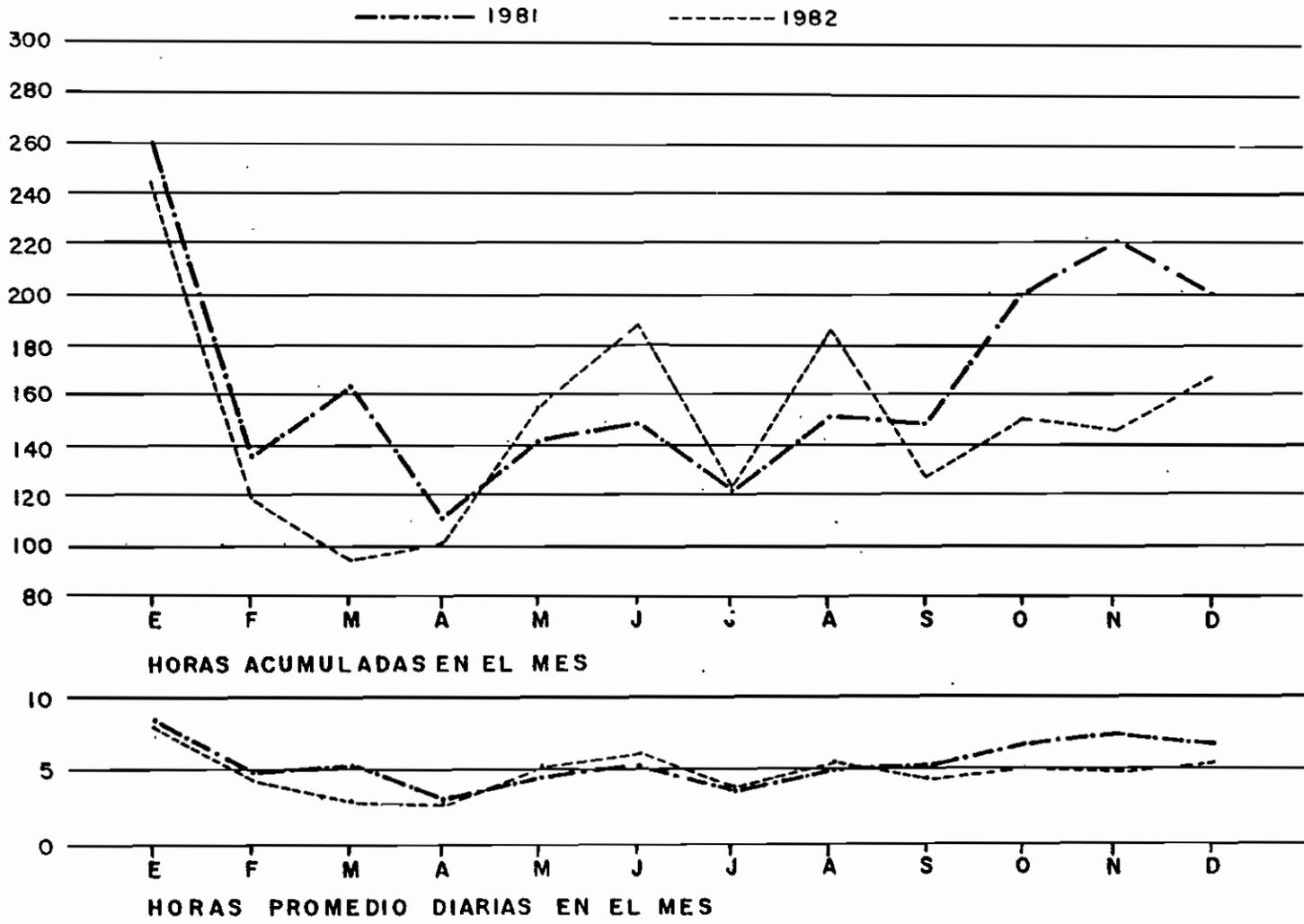


FIGURA N° 4 COMPORTAMIENTO DE EL BRILLO SOLAR EN 1981 Y 1982  
 ESTACION LA LIBERTAD ( ICA )

45

fertilización, seguido de la época 4 (Abril de 1982); variedad IR-22, fertilización F2; siguiendo en secuencia la época 2 (Agosto de 1981); variedad Cica 8, junto con los dos niveles de fertilización; y por último la época 3 (Octubre de 1981); variedad Cica 8, junto con los dos niveles de fertilización. Es decir, la época de siembra de primer semestre (época de lluvia) correspondiente a Junio de 1981 y Abril de 1982 fueron las que mayor número de tallos por metro lineal obtuvieron; mientras que las épocas de Agosto y Octubre de 1981, segundo semestre (recolección época seca) las de menor número de tallos por metro lineal (Ver Figura 5, Tabla 10).

Número de espigas por metro lineal: el mayor número de espigas por metro lineal correspondió a: época 1 (Junio de 1981); variedad IR-22, tanto para ambos niveles de fertilización seguido de la cuarta época (Abril de 1982); variedad IR-22, fertilización "completa" F2 y variedad Cica 8, fertilización comercial F1; siguiendo su secuencia la época 2 (Agosto de 1981); variedad Metica 1, tanto para los dos niveles de fertilización; por último la época 3 (Octubre de 1981); variedad Cica 8, tanto para los dos niveles de fertilización.

El comportamiento en el número de espigas por metro lineal es igual al de número de tallos por metro lineal,

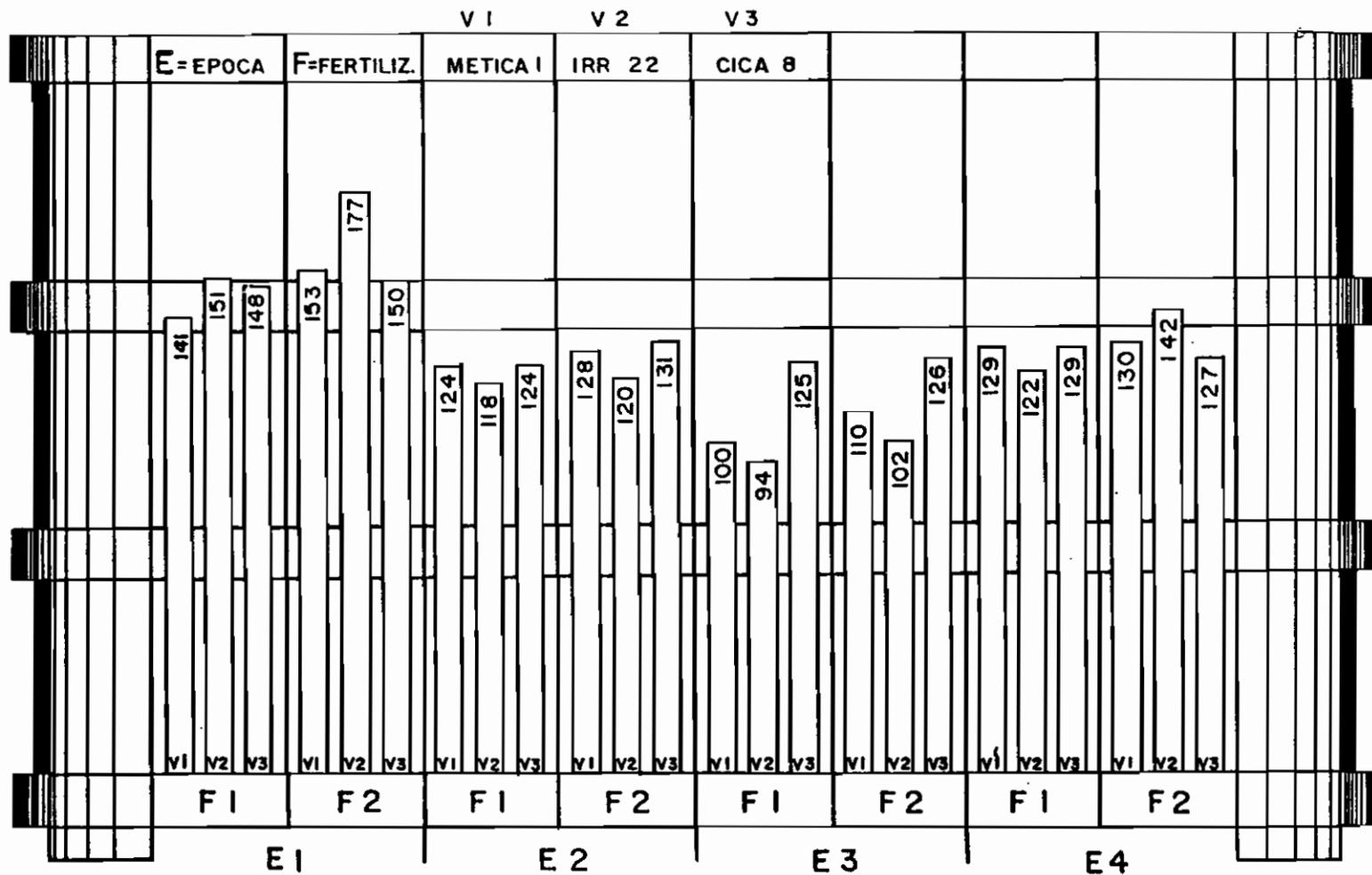


FIGURA N° 5. NUMERO DE TALLOS POR METRO LINEAL DE TRES VARIETADES DE ARROZ, EN CUATRO EPOCAS DE SIEMBRA Y DOS CLASES DE FERTILIZACION.

TABLA 10. Número de tallos por metro lineal de tres variedades de arroz, en cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.

Epoca	Fert.	Metica 1	IR-22	Cica 8	x Variedades
1	1	141	151	148	146
1	2	153	177	150	160
2	1	124	118	124	122
2	2	128	120	131	126
3	1	100	94	125	106
3	2	110	102	126	112
4	1	129	122	127	126
4	2	130	142	129	133

en lo que respecta a la época, ya que se obtuvo los mayores promedios de espigas por metro lineal en el semestre A, o sea, primera época de siembra tanto para Junio de 1981, como para Abril de 1982; mientras que el menor número de espigas por metro lineal fueron para las épocas dos y tres (Agosto-October 1981), correspondientes al semestre B (época seca en la recolección).

En este componente del rendimiento (número de espigas por metro lineal), se presentó el mayor número en la variedad IR-22, época 1; seguido de la variedad IR-22 fertilización F2 y variedad Cica 8, fertilización F1, época 4; seguido de la variedad Metica 1, época 2; por último variedad Cica 8, época 3 (Ver Figura 6, Tabla 11).

Número de espiguillas por espiga: en este componente del rendimiento, no se presenta mayor variación entre las cuatro épocas de siembra; sin embargo el mayor número de espiguillas por espiga fue para la primera y segunda época (Junio-Agosto de 1981), seguido por tercera y cuarta época (October de 1981-Abril de 1982). La variedad que presentó mayor número de espiguillas por espiga fue Cica 8, tanto en los dos niveles de fertilización y en las cuatro épocas de siembra (Ver Figura 7, Tabla 12).

Número de granos por espiga: para este componente de

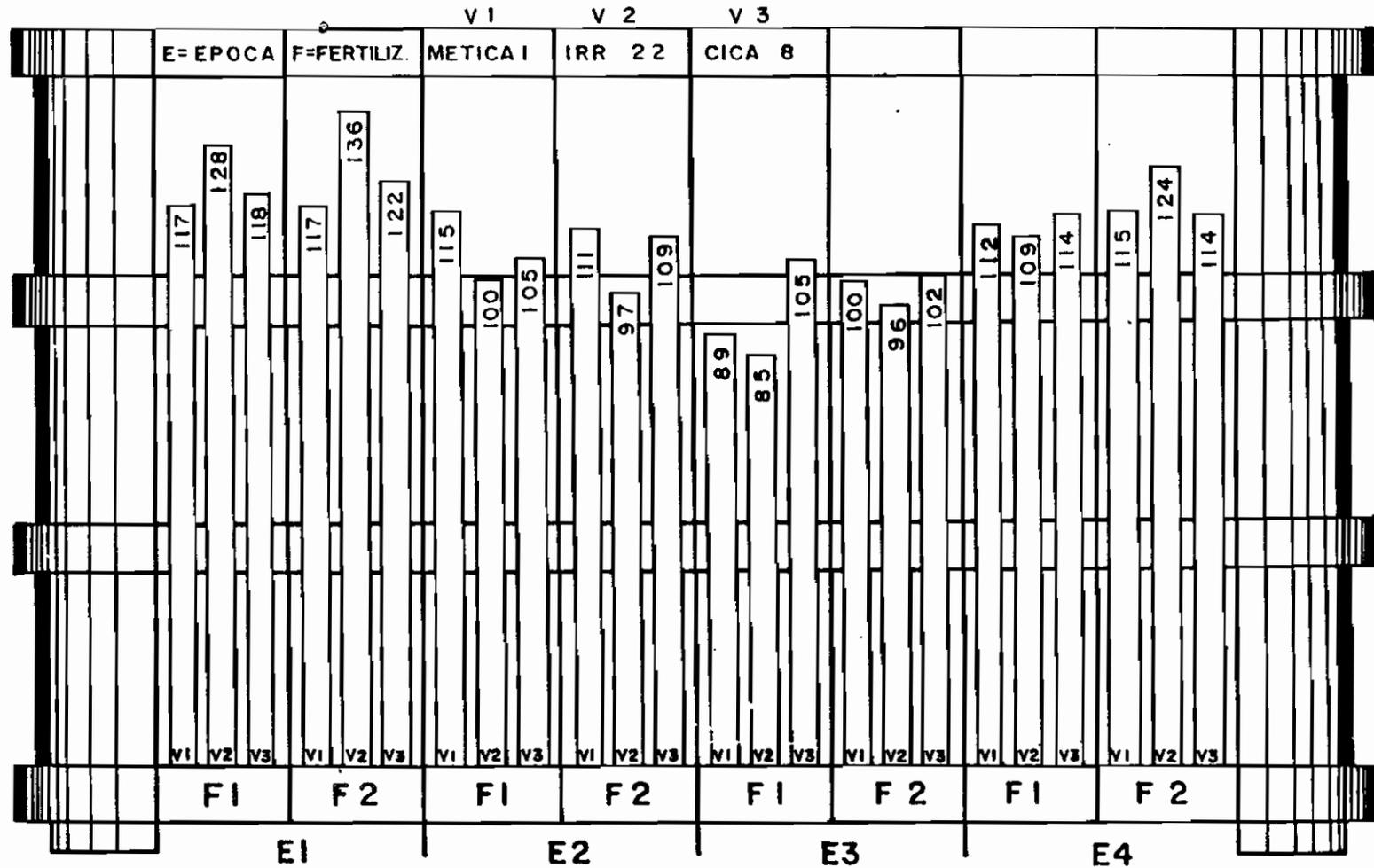


FIGURA N° 6 NUMERO DE ESPIGAS POR METRO LINEAL DE TRES VARIETADES DE ARROZ, EN CUATRO EPOCAS DE SIEMBRA Y DOS CLASES DE FERTILIZACION.

TABLA 11. Número de espigas por metro lineal de tres variedades de arroz en cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.

Epoca	Fert.	Metica 1	IR-22	Cica 8	x Variedades
1	1	117	128	118	121
1	2	119	136	122	125
2	1	111	97	105	106
2	2	115	100	109	105
3	1	89	85	102	93
3	2	100	96	105	99
4	1	112	109	114	111
4	2	115	124	116	117

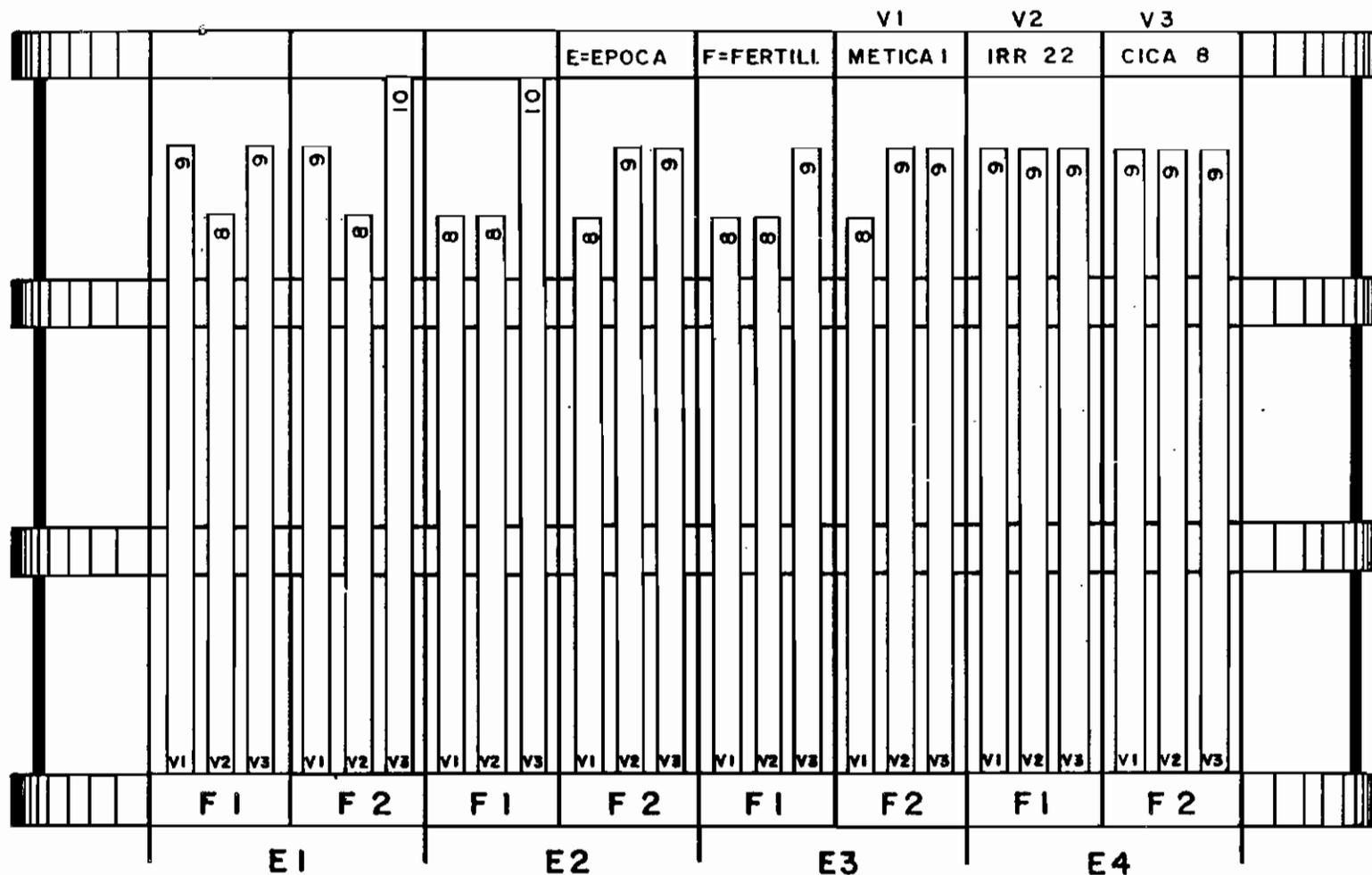


FIGURA N° 7 NUMERO DE ESPIGUILLAS POR ESPIGA DE TRES VARIETADES DE ARROZ, EN CUATRO EPOCAS DE SIEMBRA Y DOS CLASES DE FERTILIZACION.

TABLA 12. Número de espiguillas por espiga de tres variedades de arroz en cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.

Epoca	Fert.	Metica 1	IR-22	Cica 8	x Variedades
1	1	9	8	9	8,6
1	2	9	8	10	9,0
2	1	8	8	9	8,6
2	2	8	9	10	8,6
3	1	8	8	9	8,3
3	2	8	9	9	9,0
4	1	9	9	9	9,0
4	2	9	9	9	9,0

rendimiento el mayor promedio se presentó en la época 1 (Junio de 1981); variedad Metica 1, para ambos niveles de fertilización; seguido de la época 4 (Abril de 1982); variedad Cica 8, para ambos niveles de fertilización; siguiendo la secuencia sin mayor variación, la segunda época (Agosto de 1981); con un número de granos por espiga similar para la variedad Metica 1 y Cica 8, para ambos niveles de fertilización; sin mayor diferencia para la tercera época (Octubre de 1981) comparada con la segunda época (Agosto de 1981); variedad Cica 8, tanto para ambos niveles de fertilización (Ver Figura 8, Tabla 13).

Peso en gramos de mil granos: para este último componente de rendimiento el mayor peso de mil granos, lo obtuvo la primera época de siembra (Junio de 1981); variedad Metica 1, tanto para los dos niveles de fertilización; seguido de la cuarta época de siembra (Abril de 1982); variedad Metica 1 para la fertilización comercial F1 y la variedad Cica 8, fertilización "completa" F2; siguiendo la secuencia la segunda época de siembra (Agosto de 1981), sin mayor variación con la cuarta época (Abril de 1982), variedad Metica 1, para ambos niveles de fertilización; por último la tercera época de siembra (Octubre de 1981); variedad Metica 1, para ambos niveles de fertilización (Ver Figura 9, Tabla 14).

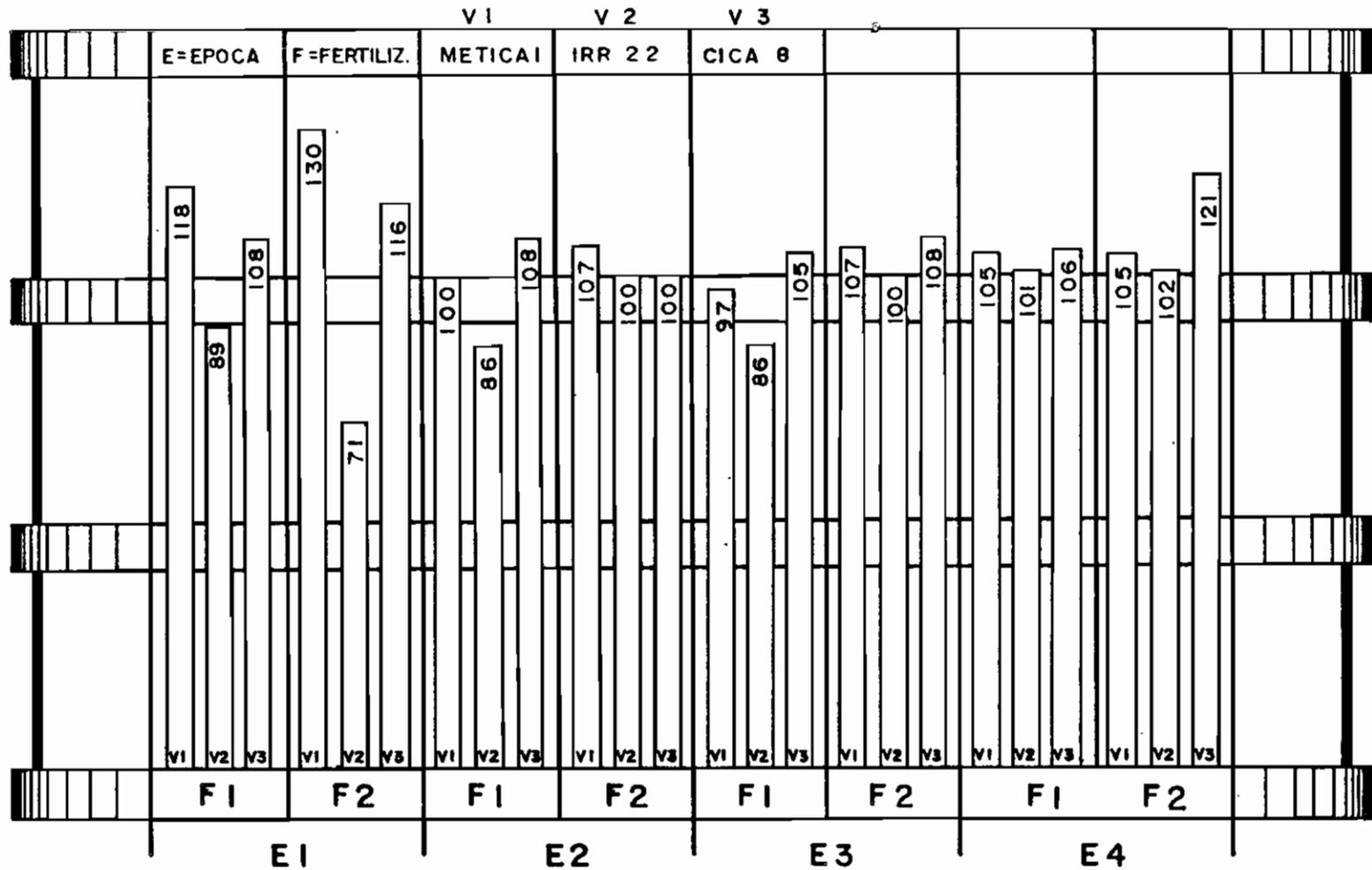


FIGURA N° 8 NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA DE TRES VARIETADES DE ARROZ, EN CUATRO EPOCAS DE SIEMBRA Y DOS CLASES DE FERTILIZACION.

**TABLA 13. Número de granos por espiga de tres variedades de arroz en cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.**

Epoca	Fert.	Metica 1	IR-22	Cica 8	x Variedades
1	1	118	71	108	99,0
1	2	130	89	116	111,6
2	1	100	86	100	95,3
2	2	107	100	108	105,0
3	1	97	86	105	96,0
3	2	107	100	108	105,0
4	1	105	101	106	104,0
4	2	105	102	121	109,0

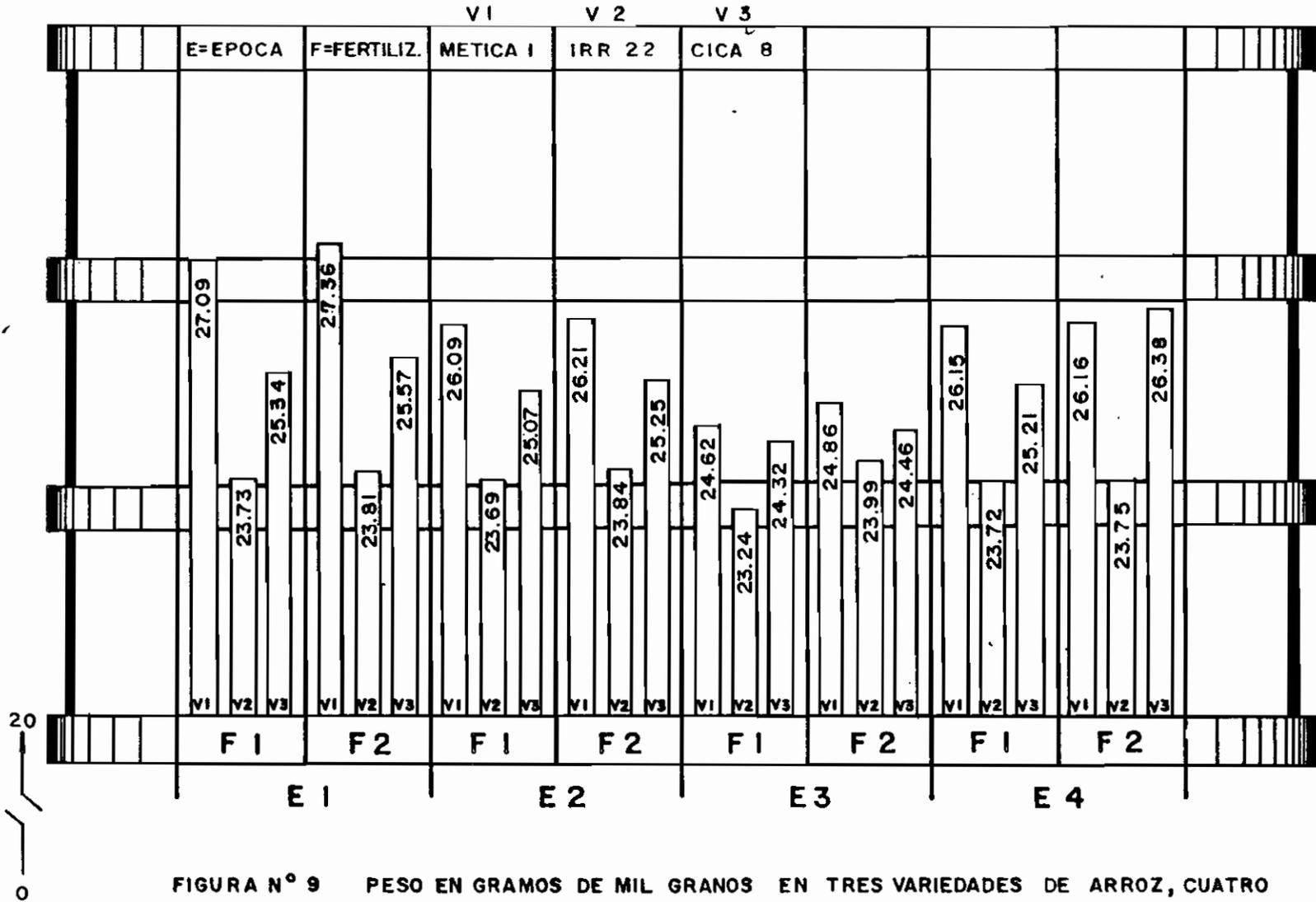


FIGURA N° 9 PESO EN GRAMOS DE MIL GRANOS EN TRES VARIETADES DE ARROZ, CUATRO EPOCAS DE SIEMBRA Y DOS CLASES DE FERTILIZACION.

**TABLA 14. Peso de mil granos (gr) en tres variedades de arroz, cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización.**

Epoca	Fert.	Metica 1	IR-22	Cica 8	x Variedades
1	1	27,09	23,73	25,34	25,38
1	2	27,36	22,81	25,57	25,58
2	1	26,09	23,69	25,07	24,95
2	2	26,21	23,84	25,25	25,10
3	1	24,62	23,24	24,32	24,06
3	2	24,86	23,99	24,46	24,43
4	1	26,15	23,72	25,21	25,03
4	2	26,16	23,75	26,38	25,43

Luego, podemos decir que los componentes de rendimiento: tallos y espigas por metro lineal, espiguillas por espiga, granos por espiga y peso de mil granos fueron mayores para el semestre A, primera y cuarta épocas de siembra (Junio de 1981-Abril de 1982), y menores para el semestre B, o sea, segunda y tercera época de siembra (Agosto-October de 1981).

Kilogramos por hectárea: el reflejo de todos los componentes de rendimiento lo observamos mejor en la producción final de cada uno de los tratamientos; analizando cuál de las cuatro épocas de siembra con su respectiva variedad fue la que obtuvo el mayor rendimiento, vemos que fue la primera época de siembra (Junio de 1981); variedad Metica 1, para ambos niveles de fertilización; en segundo lugar, la cuarta época de siembra (Abril de 1982); variedad Metica 1, para ambos niveles de fertilización; en tercer lugar la segunda época de siembra (Agosto de 1981); variedad Metica 1, para ambos niveles de fertilización; y en último y cuarto lugar la tercera época de siembra (October de 1981); variedad Metica 1 para ambos niveles de fertilización. Es importante anotar, que el resultado de producción en cada una de las épocas de siembra, fue mayor para la variedad Metica 1, y a la vez los mayores resultados obtenidos se reflejan en la fertilización "completa"

(F2), seguida de la fertilización comercial (F1) (Ver Figura 10, Tabla 15).

Es de resaltar, que la mayor producción en kg/Há de arroz se presentó en el semestre A, correspondiente a la primera y cuarta época de siembra (Junio de 1981-Abril de 1982); y la menor producción en el semestre B, correspondiente a la segunda y tercera época de siembra (Agosto-October de 1981).

### **3.2.1 Influencia de la Época de Siembra**

Al hacer la prueba de Duncan y observar los resultados, vemos que hubo diferencia altamente significativa ( $p < 0,01$ ) en algunos de los componentes de rendimiento: número de tallos y espigas por metro lineal y producción en kg/Há. Esto se presentó tanto para cada una de las épocas, siendo la mejor, la primera época (Junio de 1981); en segundo lugar la cuarta época (Abril de 1982); en tercer lugar la segunda época (Agosto de 1981) y en cuarto lugar la tercera época (October de 1981); es de anotar que entre la segunda y tercera época de siembra la diferencia no fue altamente significativa (Ver Figura 11, Tabla 16).

Se presentó una interacción significativa ( $p < 0,05$ )

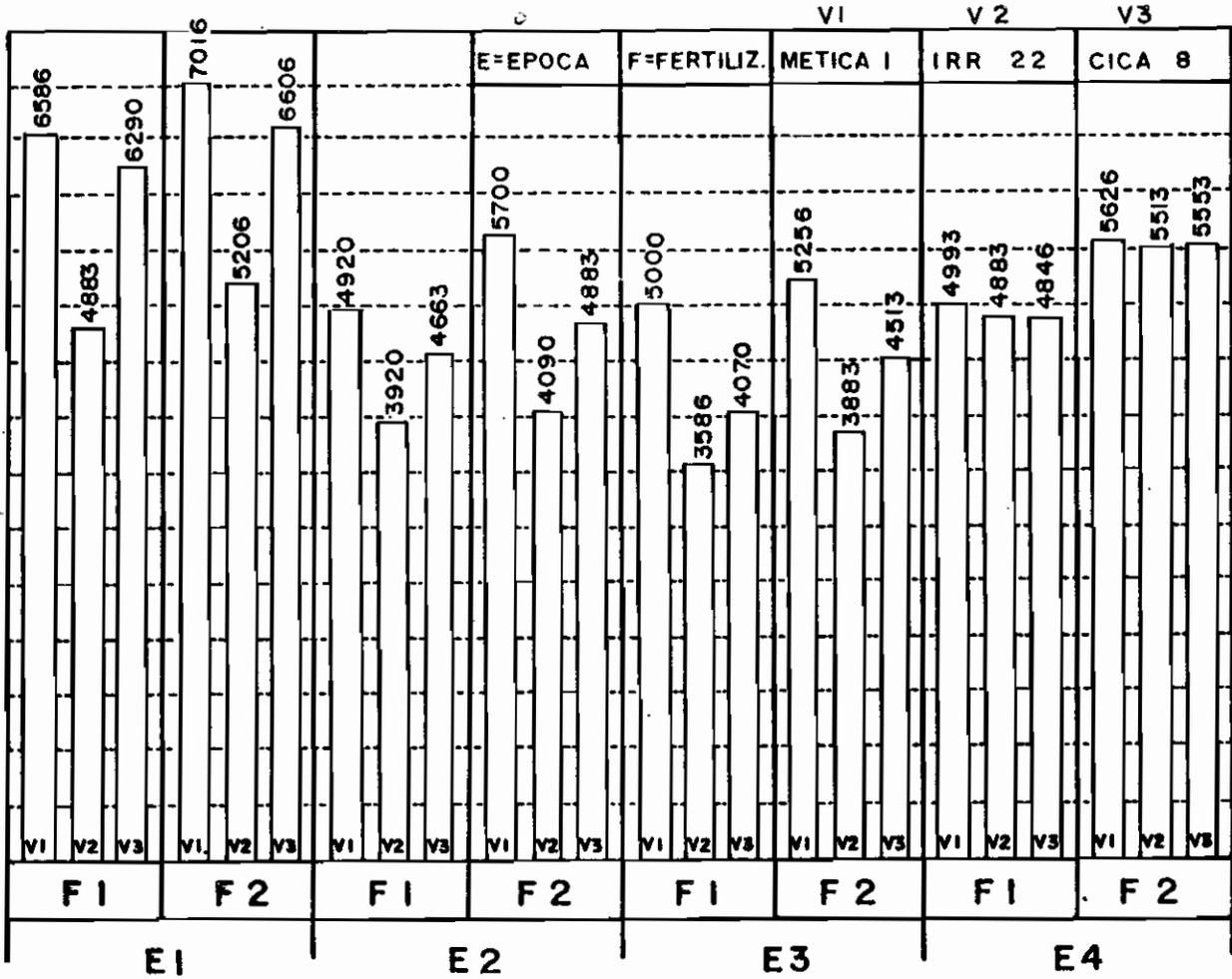


FIGURA N° 10 KILOGRAMOS POR HECTAREA DE TRES VARIETADES DE ARROZ, EN 4 EPOCAS DE SIEMBRA Y DOS CLASES DE FERTILIZACION.( PRODUCCION).

TABLA 15. Kilogramos por hectárea de tres variedades de arroz en cuatro épocas de siembra y dos clases de fertilización (producción).

Epoca	Fert.	Metica 1	IR-22	Cica B	x Variedades
1	1	5686	4883	6290	5919
1	2	7016	5206	6606	6276
2	1	4920	3920	4663	4501
2	2	5700	4090	4883	4891
3	1	5000	3586	4770	4218
3	2	5256	3883	4513	4550
4	1	4993	4883	4846	4907
4	2	5626	5513	5553	5564

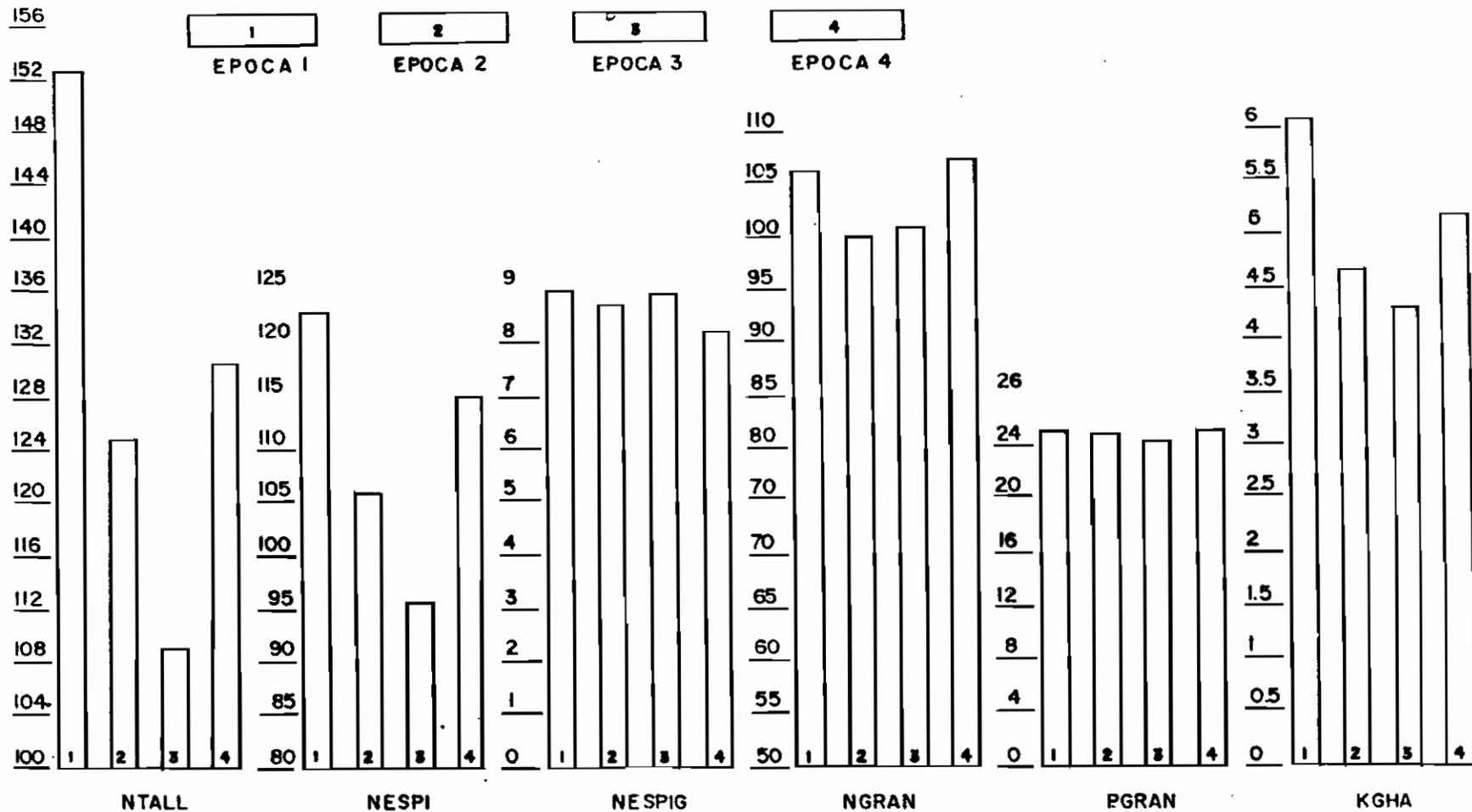


FIGURA 11. Número promedio de: Tallos, espigas, espiguillas, granos, peso de mil granos y kg/Há para las diversas épocas de siembra.

entre la época de siembra y el material genético, siendo la primera época (Junio de 1981) y la variedad Metica 1 la de los mejores rendimientos.

La variedad Metica 1 fue la de mayor producción en todas las cuatro épocas, seguido por la variedad Cica 8 y por último la variedad IR-22. Cada una de las variedades fue afectada en su producción por la época de siembra; presentándose para todas las variedades las mejores producciones en el semestre A (Junio de 1981-Abril de 1982) y los menores rendimientos para el semestre B (Agosto-October de 1981) en cada una de las variedades (Ver Figura 12, Tabla 17).

**TABLA 16. Número promedio de: tallos, espigas, espiguillas, granos, peso de mil granos y kg/há, para las diversas épocas.**

Epoca	Ntall	Nespi	Nespig	Ngran	Pgran	kg/Há
1	152,73 a	123,63 a	8,97	106,06	25,41	6100,56 a
2	124,96 b	106,60 b	8,72	99,98	25,03	4696,11 bc
3	109,98 c	96,93 c	8,96	100,86	24,25	4385,00 c
4	130,74 b	115,23 ab	9,19	107,36	25,06	5236,11 b

Promedios con igual letra no presentan diferencias significativas ( $p < 0,01$ ).

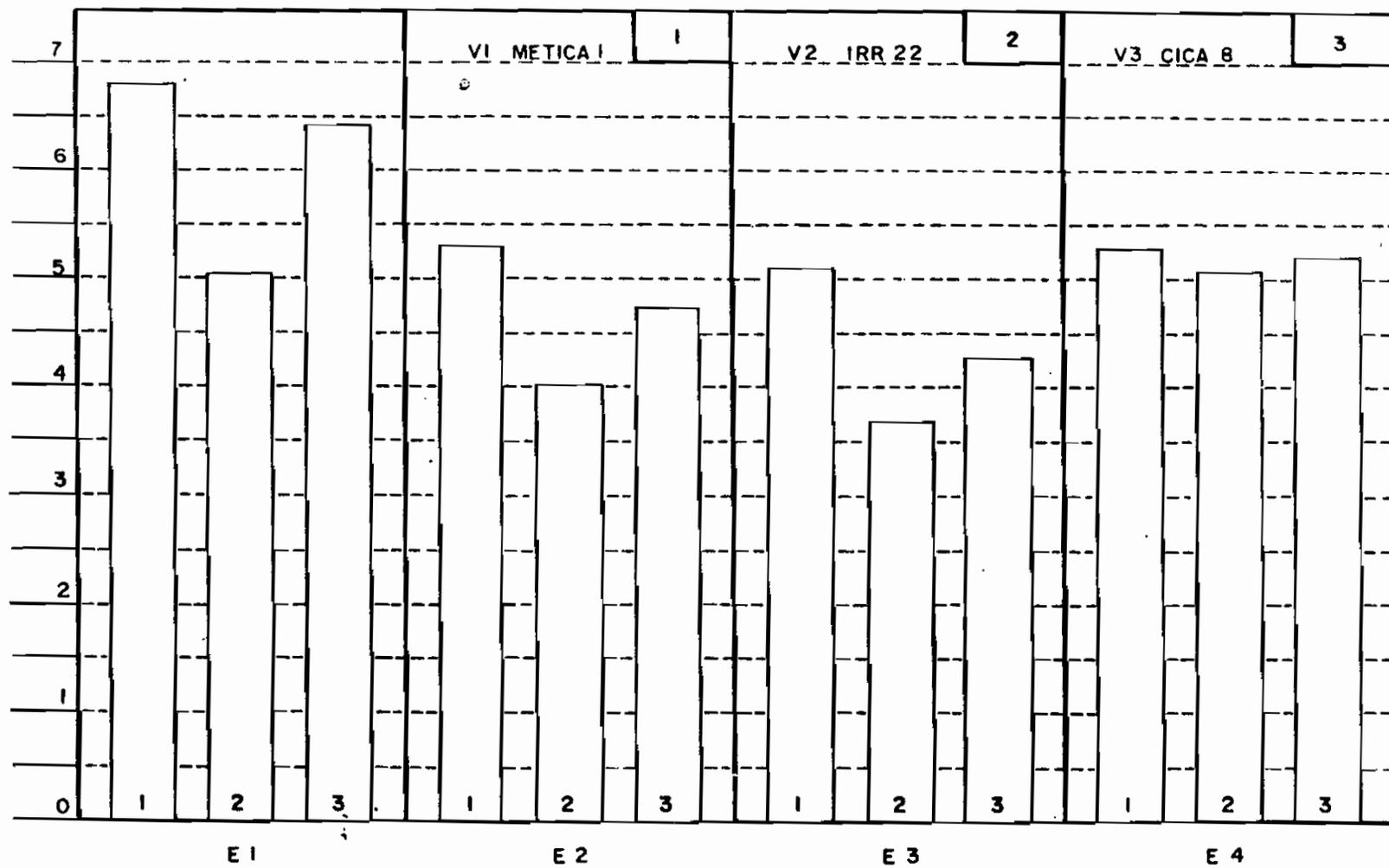


FIGURA 12. Rendimiento promedio para época y variedad.

a

TABLA 17. Rendimientos promedio para época y variedad.

Epoca	Variedad	Rendimientos kg/Há
1	1	6801,67 a
1	2	5051,67 b
1	3	6448,33 a
2	1	5310,00 b
2	2	4005,00 d
2	3	4575,33 bc
3	1	5128,33 b
3	2	3735,00 d
3	3	4291,67 cd
4	1	5310,00 b
4	2	5198,33 b
4	3	5200,00 b

Promedios con igual letra no presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

### **3.2.2 Influencia de la Variedad**

Entre los tres materiales genéticos: Metica 1, IR-22 y Cica 8, se presentaron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ); tanto para los componentes de rendimiento, como la producción. Para cada una de las variedades y las cuatro épocas de siembra se presentó interacción significativa (Ver Figura 13, Tabla 18).

Los mejores rendimientos los obtuvo la variedad Metica 1, para las cuatro épocas de siembra, seguida de la variedad Cica 8 y por último con los más bajos rendimientos la variedad IR-22, también para las cuatro épocas de siembra (Ver Figura 13, Tabla 18).

### **3.2.3 Influencia de la Fertilización**

La fertilización "completa" (F2) con relación a la fertilización comercial (F1), presentó diferencia altamente significativa ( $P < 0,01$ ).

Para el número de tallos y el rendimiento se presentaron diferencias altamente significativas, siendo la fertilización "completa" (F2) la de mayores rendimientos (Figura 14, Tabla 19).

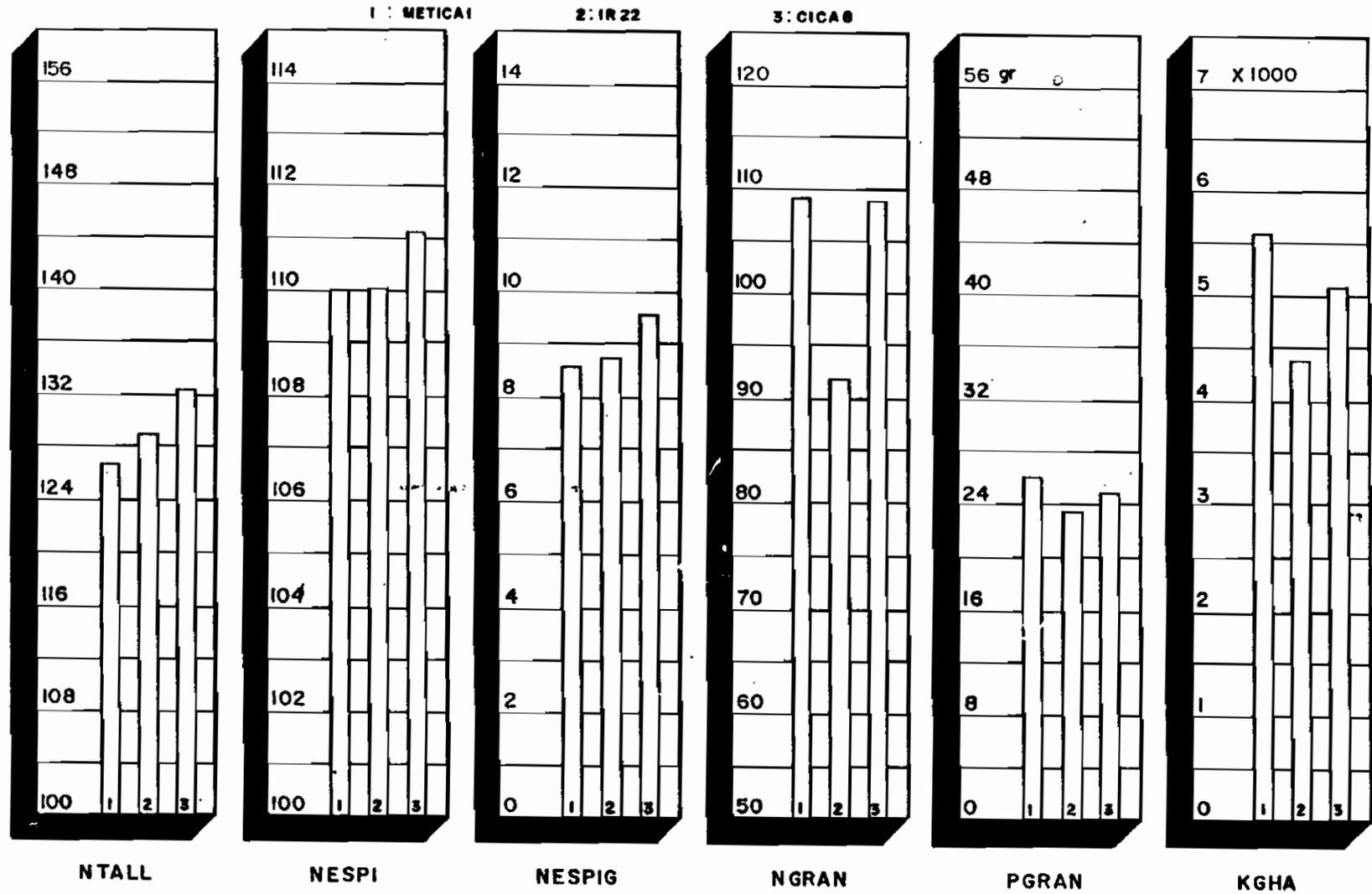


FIGURA 13. Número promedio de: Tallos, espigas, espiguillas, granos, peso de mil granos y kg/Há para las diversas variedades.

TABLA 18. Número promedio de: tallos, espigas, espigui-  
llas, granos, peso de mil granos, y kg/Há,  
para las diversas variedades.

Variedad	Ntall	Nespi	Nespig	Ngran	Pgran	kg/ha
1	127,19	110,06	8,62 b	109,24 a	26,01 a	5637,5 a
2	129,09	110,09	8,73 b	92,38 b	23,72 c	4497,5 c
3	132,52	111,63	9,53 a	109,08 a	25,08 b	5178,3 b

Promedios con igual letra no presentan diferencias  
significativas ( $P < 0,01$ ).

o

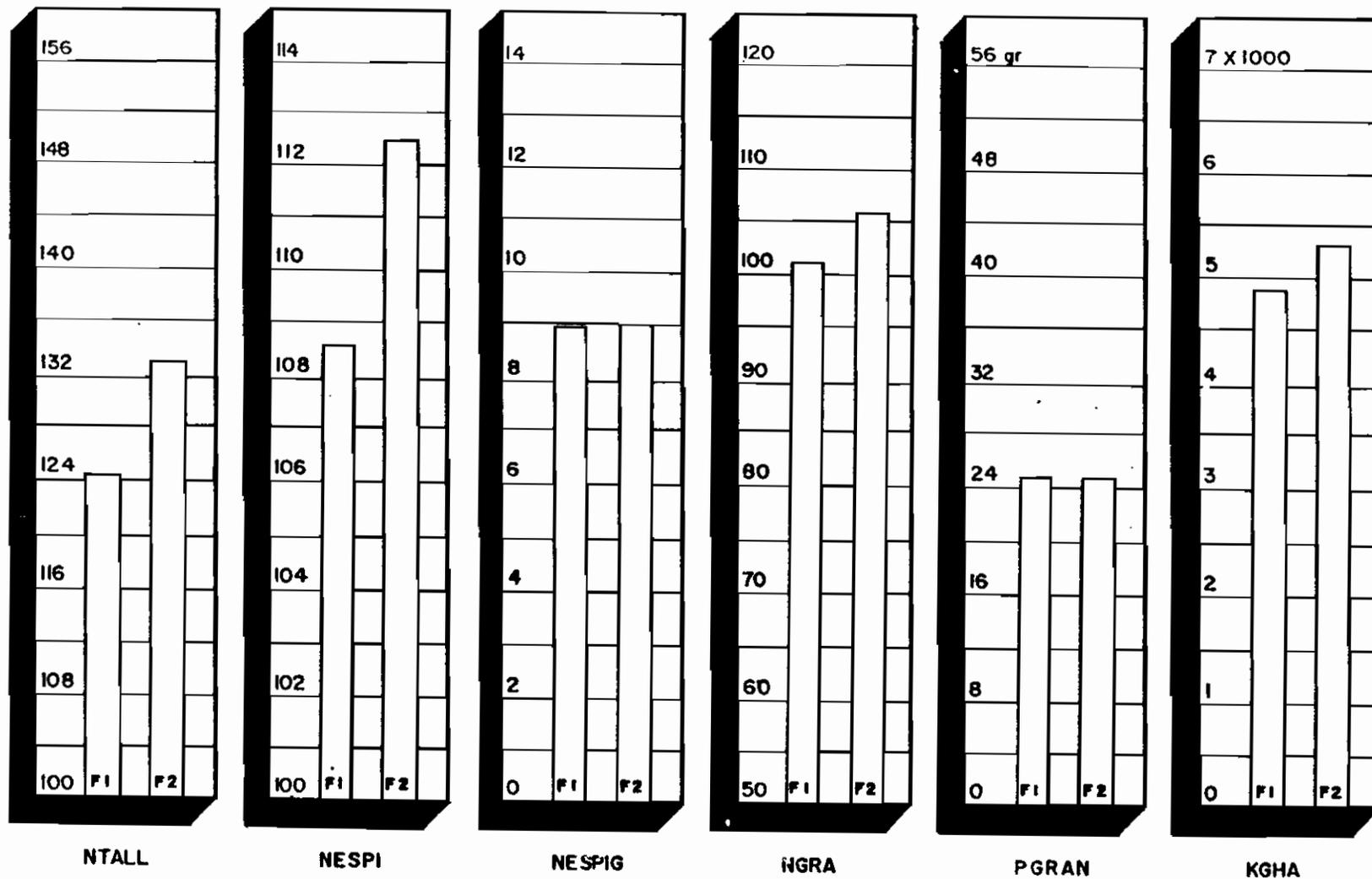


FIGURA 14. Número promedio de: Tallos, espigas, espiguillas, granos, peso de mil granos y kg/Há para los diversos tipos de fertilización.

TABLA 19. Número promedio de: tallos, espigas, espiguillas, granos, peso de mil granos y kg/há para los diversos tipos de fertilizac.

Fert.	Ntall	Nespi	Nespig	Ngran	Fgran	Kgha
1	124,52 b	108,64	8,92	101,28	24,95	4886,94 b
2	133,79 a	112,55	9,00	105,86	24,93	5321,94 a

Promedios con igual letra no presentan diferencias significativas ( $P < 0,01$ ).

Se presentó interacción significativa ( $P < 0,05$ ) de la época y la fertilización para los rendimientos. La primera época (Junio de 1981), con la fertilización "completa" (F2) y la variedad Metica 1 (V1), presentaron los mayores rendimientos (Ver Figura 15 Tabla 20).

### 3.2.4 Influencia de la Época-variedad-fertilización

Al efectuar los cuadrados medios y niveles de significancia para el número de tallos, espigas, granos, peso de mil granos y kg/Há en arroz riego, correspondiente al análisis de varianza efectuado a cuatro épocas de siembra, tres variedades de arroz y dos clases de fertilización; vemos que no hubo interacción

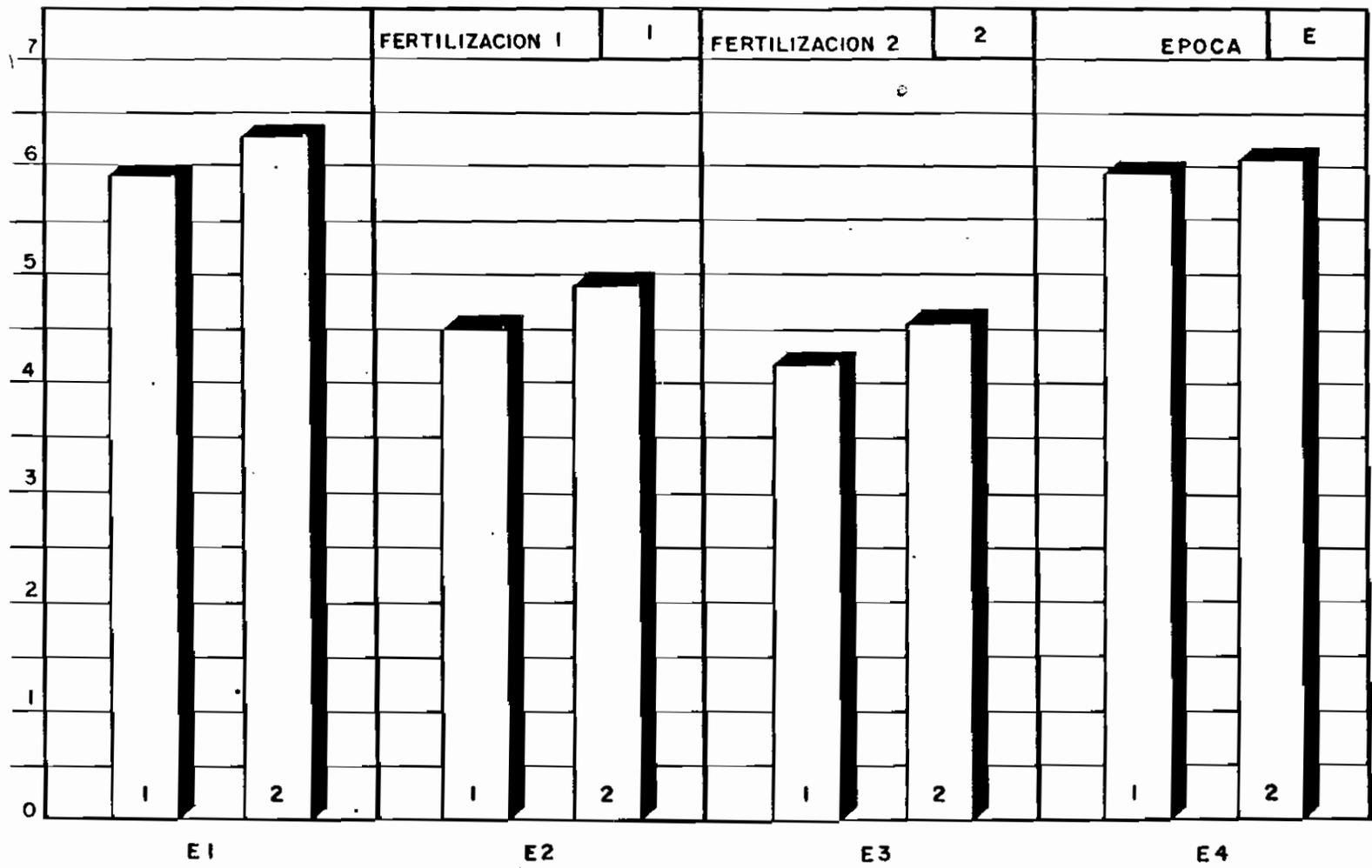


FIGURA N° 15 RENDIMIENTOS PROMEDIOS PARA EPOCA Y FERTILIDAD.

**TABLA 20. Rendimientos promedios para época y fertilidad**

Epoca	Fertilidad	Rendimiento kg/Há
1	1	5920,00 b
1	2	6281,11 a
2	1	4501,11 e
2	2	4881,11 d
3	1	4219,89 f
3	2	4551,11 e
4	1	4907,78 d
4	2	5564,44 c

Promedio con igual letra no presenta diferencia significativa ( $P < 0,05$ ).

significativa entre la época-variedadfertilización (Ver Tabla 21).

### 3.2.5 Influencia Climática en los Rendimientos

Al efectuar las distintas pruebas múltiples de Duncan, no presentó ninguna influencia los parámetros de clima medidos como: temperatura, precipitación y brillo solar, en los rendimientos en cada una de las épocas; mientras que al analizar cada una de las variedades y sus

**TABLA 21. Cuadrados medios para número de tallos, de espigas, de espiguillas, de granos, peso de granos y kg/Há en arroz riego.**

F.V.	G.L.	Ntall	Nespi	Nespig	Ngran	Pgran	kg/Há
Epoca	3	5655,22**	2363,50**	0,67	244,52	4,30	10163459,3**
Error A	6	113,40	50,65	0,40	123,61	0,89	200905,1
Variedad	2	174,78	19,33	5,91**	2252,49**	31,77**	7895872,2**
Epoca* Variedad	6	582,42*	344,87*	0,86*	526,48**	1,15	933120,4*
Error B	16	158,43	118,36	0,21	73,28	1,15	234260,4
Fertilización	1	1260,86*	274,56	0,12	377,67	0,01	3406950,0**
Epoca* Fertili.	3	109,30	50,82	0,16	61,73	0,10	100775,9*
Variedad Fertili.	2	144,95	83,45	0,12	31,66	0,10	42466,7
Epo* Var* Ferti.	6	68,43	52,92	0,34	267,73	0,13	50792,6
Error C	24	127,79	106,64	0,21	124,80	0,50	33588,9

\* Diferencias significativas ( $F < 0,05$ ).

\*\* Diferencias altamente significativas ( $F < 0,01$ ).

rendimientos, en relación a los factores temperatura, precipitación y brillos solar; se presenta influencia, así: para la variedad Metica 1 y sus rendimientos hay una influencia significativa ( $P < 0,05$ ) en la temperatura promedio; en la variedad IR-22 y sus rendimientos, hay una influencia altamente significativa ( $P < 0,01$ ) para la temperatura, precipitación y brillo solar, variedad que reduce sus rendimientos por el efecto estacional y para la variedad Cica 8, el único factor que presentó diferencia altamente significativa ( $P < 0,01$ ) es la temperatura promedio (según análisis por correlación entre parámetros climáticos medidos frente a cada una de las variedades).

## 4. DISCUSION

### 4.1 EFECTO DE LA EPOCA DE SIEMBRA

Los registros de las cosechas realizadas durante las dos épocas de siembra correspondientes al primer semestre, primera época (Junio de 1981) y cuarta época (Abril 1982) fueron mayores en un 23% y un 28% en relación a los registros obtenidos de la menor producción, correspondiente al segundo semestre, segunda y tercera época de siembra (Agosto-Octubre de 1981) (Ver Figura 11, Tabla 16).

Las dos épocas de siembra realizadas en el primer semestre agrícola, primera época (Junio de 1981), y cuarta época (Abril de 1982), fueron las de los mayores rendimientos; tanto para todas las variedades, y la fertilización "completa" F2. En estas dos épocas de siembra, la variedad de mayor rendimiento fue Metica 1, fertilización completa F2, con una producción de 6.100 kg/Há, sembrada en Junio de 1981 y 5.236 kg/Há, sembrada en Abril de 1982; en segundo lugar la variedad Cica 8, y

o

por ultimo la variedad IR-22 (Ver Figura 13, Tabla 18).

La variable época de siembra afectó otros parámetros medidos durante el ensayo, como fue: número de tallos y el número de espigas; siendo la primera época (Junio de 1981) la que presentó mayor cantidad de tallos y espigas por metro lineal, 152 y 123 respectivamente (Ver Figura 5, Tabla 10 y Figura 6, Tabla 11).

El patrón de producción registrado anteriormente, es similar al reportado por el ICA (1970-1971) Ramos<sup>(22)</sup> y Leihner<sup>(11)</sup> en las diferentes investigaciones realizadas en los Llanos Orientales.

Los resultados obtenidos en esta investigación, mantienen una discrepancia de lo investigado por el IRRI<sup>(9)</sup>, MURATA<sup>(17)</sup>, MOQMAW, BALDAZO y LUCAS<sup>(14)</sup>, TANAKA et al<sup>(25)</sup>, quienes dicen, que los cultivos de arroz bajo riego que maduran durante épocas con muchos días soleados producirán altos rendimientos, y los últimos 30-45 días antes de la recolección (época seca), son considerados decisivos en la obtención de altos rendimientos.

De acuerdo a la revisión de literatura, el segundo semestre del año agrícola, en los países tropicales, incluyendo los Llanos Orientales tienen mejores

condiciones climatológicas para obtener mejores rendimientos; sin embargo la situación es contradictoria ya que el primer semestre (época lluviosa y nublada) los rendimientos son mayores, mientras que los rendimientos en el segundo semestre (mayor brillo solar-época seca) son menores.

#### 4.2 EFECTO DE LA VARIEDAD

Reafirmando lo reportado por el ICA<sup>(8)</sup>, quien dice que los cultivos de arroz bajo riego en los Llanos Orientales son más productivos cuando maduren en el primer semestre agrícola; la primera época (Junio de 1981) y cuarta época (Abril de 1982) correspondiente al primer semestre, reportaron mayores rendimientos para cada una de las variedades manejadas (Ver Figura 12, Tabla 17).

Metica 1 fue la variedad de mayor producción y sus rendimientos fueron afectados cuando se sembró en el segundo semestre agrícola. De 6.801 kg/Há obtenido en siembra realizada en el primer semestre, se redujo su producción a 5.310 kg/Há, cuando la siembra se realizó en el segundo semestre agrícola. Este comportamiento se presentó también para los demás materiales genéticos empleados.

Específicamente, los componentes de rendimiento que más se ven afectados por la variable variedad son: número de espigas, número de granos, peso de mil granos y la producción por hectárea.

Cica 8 el tercer material genético empleado produjo un mayor número de tallos, espigas y espiguillas que las otras dos variedades, pero en el número de granos peso de mil granos y producción por hectárea, su registro disminuye con relación a la variedad Metica 1 (Ver Figura 13, Tabla 18).

El anterior hecho se ratifica con los rendimientos obtenidos durante la cosecha comercial en el departamento del Meta en el año de 1981-1982, en donde Cica 8 fue afectado por plaga y enfermedades, siendo Metica 1 la variedad de mayor producción por hectárea.

#### 4.3 EFECTO DE LOS FACTORES CLIMATICOS

Los factores climáticos como: Temperatura, precipitación y brillo solar, relacionados con las diferentes épocas de siembra, no presentan ninguna influencia con relación a los rendimientos obtenidos, aunque los reportes de IRRI<sup>(9)</sup>, TANAKA et al<sup>(25)</sup>, YOSHIDA<sup>(32)</sup>, DE DATTAet al<sup>(2)</sup>, COCK<sup>(1)</sup>, dicen que las componentes ambientales que

influyen en la producción son: fotoperíodo, temperatura y radiación solar, factores que cambian la localización geográfica del cultivo.

Es de anotar, que al hacer las diferentes pruebas estadísticas, la variable clima en relación con la variable época de siembra, y los rendimientos obtenidos para cada época no presentaron ninguna influencia significativa (por correlación) pero al hacer el análisis de la variable clima en relación con la variable variedad y sus rendimientos, si se presenta influencia, y estas son: para la variedad Metica 1, el único factor que influyó significativamente ( $P < 0,05$ ) en los rendimientos, fue la temperatura promedio, con un rendimiento promedio de 5.637,5 kg/Há.

Para la variedad Cica 8 la temperatura promedio fue el único factor que influyó en una interacción altamente significativa ( $P < 0,01$ ) en los rendimientos, con un rendimiento promedio de 5.178,5 kg/Há frente a la variedad Metica 1, de mayor rendimiento promedio.

Para la variedad IR-22, todos los factores climáticos medidos (Temperatura promedio, precipitación y brillo solar), influyeron en una interacción altamente significativa ( $P < 0,01$ ) en los rendimientos, con un

rendimiento promedio de 4.497,5 kg/Há, frente a las variedades Metica 1 y Cica 8 (análisis por correlación).

Al comparar la producción por hectárea de la variedad IR-22, en el primer semestre agrícola fue de 5.051,61 kg/Há (Junio de 1981), frente a 3.735 kg/Há para el segundo semestre (Octubre de 1981) (Ver Tabla 17); lo que representa un 26% de merma en la producción del segundo semestre. Estos resultados son similares a los reportados por el Programa Nacional de Arroz<sup>(20)</sup>, realizados en las principales zonas arroceras del departamento del Meta. Ramos<sup>(22)</sup> reporta diferencias de un 37% de la variedad IR-22, frente a los dos semestres agrícolas de la región.

#### 4.4 EFECTO DE LA FERTILIZACION

La fertilización "completa" F2 (Ver Tabla 6), obtuvo los mayores resultados para todas la variable, y los componentes de rendimiento.

Los mayores rendimientos entre la variable época de siembra y fertilidad, fue para la fertilización "completa" F2, en las cuatro épocas de siembra efectuadas. En la primera época de siembra (Junio de 1981), la fertilización "completa" F2, obtuvo 6.281,11 kg/Há, siendo el más alto rendimiento, frente a 4.218,89

kg/Há, como la menor producción correspondiente a la tercera época de siembra (Octubre de 1981), fertilización comercial F1 (Ver Tabla 5); con una diferencia porcentual de 31,84%, entre la producción de la fertilización "completa" F2 (Ver Figura 15, Tabla 20).

En la variable variedad y fertilidad, las mayores producciones por hectárea para cada uno de los materiales genéticos empleados (Metica 1, IR-22 y Cica 8), se presentaron con la fertilización "completa" F2.

En los componentes de rendimiento del número promedio de: tallos, espiguillas, granos, peso de granos y kg/Há, fue mayor el promedio para la fertilización "completa" F2 frente a la fertilización comercial F1 (Ver Figura 14, Tabla 19).

»

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los resultados de la investigación que aquí se presentan, muestran una vez más la diferencia existente entre los dos semestres agrícolas. Presentándose mayores rendimientos en el primer semestre en relación con el segundo semestre, siendo este semestre el que mayor potencial posee para lograr mayores rendimientos.
2. Los mejores rendimientos se presentaron para la primera época de siembra (Junio de 1981), o sea, primer semestre agrícola, tanto en las distintas variedades como en las dos clase de fertilización.
3. Los menores rendimientos se presentaron en la tercera época de siembra (Octubre de 1981), o sea, segundo semestre agrícola, con mermas hasta de un 28% en relación a la mejor época.
4. La variedad de mayores rendimientos fue Metica 1, tanto en el promedio de granos, el peso de mil granos

y producción en kg/Há, para primero y segundo semestre agrícola.

5. La variedad de menor rendimiento fue IR-22, presentando el mayor efecto estacional de la época.
6. La fertilización "completa" F2, basada en: 750 kg/Há de cal agrícola, 100 kg/Há de Nitrógeno, 300 kg/Há de  $P_2O_5$ , 180 kg/Há de  $K_2O$ , 20 kg/Há de Mg, 10 kg/Há de S, 3 kg/Há de Cu y 3 kg/Há de Zn; fue la que presentó mayores rendimientos para las cuatro épocas de siembra y las tres variedades.
7. Los factores climáticos medidos (temperatura, precipitación, y brillo solar), en relación a los rendimientos de las cuatro épocas de siembra, no presentaron influencia significativa.
8. Al calcular el coeficiente de correlación de los factores climáticos (temperatura, precipitación, y brillo solar), entre la variable variedad, se presentaron interacciones para cada uno de los materiales genéticos así:
  - Para la variedad Metica 1, el único factor que influyó significativamente ( $P < 0,05$ ) en los rendimientos, negativamente, fue la temperatura

promedio.

- Para la variedad IR-22, todos los factores climáticos (temperatura, precipitación, y brillo solar) influyeron significativamente ( $P < 0,01$ ) en los rendimientos, negativamente.
- Para la variedad Cica 8 la temperatura promedio fue el único factor que influyó significativamente ( $P < 0,01$ ) en los rendimientos, negativamente.

9. Se confirmó la gran importancia que tiene la escogencia de la época de siembra, ya que ésta puede determinar el éxito de un cultivo, pues la modificación de época puede variar gradualmente el comportamiento de la planta y/o de los factores que intervienen en su desarrollo.

10. La escogencia de la época de siembra más adecuada es de gran importancia en el desarrollo de un cultivo, pues como se vió, al sembrar en una u .otra época, puede variar gradualmente el comportamiento de la planta durante su ciclo vegetativo.

11. Mientras se siga presentando la disminución de los rendimientos, en el segundo semestre agrícola, se debe tratar de manejar el problema de modo tal, que afecte lo menos posible los rendimientos del segundo

semestre; una manera eficaz de hacerlo puede ser el uso de la variedad que mayor responda a las condiciones de segundo semestre, y aplicando una mejor fertilización.

## 6. RESUMEN

o

Los Llanos Orientales es una región importante por su área dedicada al cultivo del arroz. En esta zona del país, se caracteriza por tener una alteración en el clima, de épocas de lluvias y secas, siendo parecidas a las que se observan en otros países tropicales. Sin embargo, el cambio que se presenta en los niveles de rendimiento que generalmente se obtienen en las diferentes épocas, es anormal, ya que la producción por unidad de superficie de arroz riego bajo iguales condiciones de irrigación es mayor en la época lluviosa, o sea, primer semestre agrícola que en la época seca, o sea, segundo semestre agrícola.

Durante el período comprendido entre Junio de 1981 y Septiembre de 1982 se llevó a cabo una investigación de campo, en el Centro Regional de Investigaciones "La Libertad" ICA, que durante cuatro épocas de siembra: Junio, Agosto, Septiembre de 1981 y Abril de 1982, se hizo un estudio de tres factores climáticos (temperatura, precipitación, y brillo solar), dos niveles de

fertilización, tres materiales genéticos (Metica 1, IR-22 y Cica 8) y de crecimiento, desarrollo y formación del rendimiento de la planta de arroz bajo riego, estudio que se adelantó con el objeto de tener información sobre factores relativos a este extraño cambio estacional en la productividad del cultivo.

Se empleó un diseño experimental de parcelas sub-subdivididas, donde la parcela principal fue la época de siembra, la sub-parcela las variedades y la sub-subparcela los dos niveles de fertilización. Se efectuaron los siguientes análisis:

- Análisis de varianza para todas las variables establecidas, y la prueba de comparación múltiple de Duncan para hallar el grado de significación de las diferencias entre promedios de tratamientos.
  
- Se calcularon los coeficientes de correlación para todas las comparaciones entre las variables analizadas.

Se tomó registro de los componentes de rendimiento, tales como: número de macollas, espigas por metro lineal, número de espiguillas y granos por espiga, peso de mil granos y producción en kg/Há.

Se emplearon dos niveles de fertilización para medir su

influencia, éstas fueron:

- Fertilización comercial F1, usada en la zona.
- Fertilización "completa" F2, que consiste en 750 kg/Há de cal agrícola, 100 kg/Há de Nitrógeno, 300 kg/Há de  $P_2O_5$ , 180 kg/Há de  $K_2O$ , 20 kg/Há de Mg, 10 kg/Há de S, 3 kg/Há de Cu y 3 kg/Há de Zn, para darle mejores condiciones nutricionales a la planta, de acuerdo a recomendación hecha por el Programa de Suelos del Centro Regional de Investigación "La Libertad" ICA.

La primera época de siembra (Junio de 1981), correspondiente al primer semestre agrícola, fue la que obtuvo los mejores rendimientos.

La variedad Metica 1, obtuvo los mayores rendimientos en cada una de las épocas de siembra, tanto en el mayor promedio de granos, como en el peso de los mismos y producción por hectárea, variedad que a nivel comercial respondió bien en la cosecha 82-83.

La fertilización "completa" F2 fue la mejor en todas las cuatro épocas de siembra y para todas las variedades.

Los factores climáticos medidos (temperatura,

precipitación, y brillo solar), ejercieron una fuerte interacción negativa en los rendimientos de la variedad IR-22, presentándose como la de menor rendimiento en cada una de las épocas de siembra.

En las variedades Metica 1 y Cica 8, la temperatura promedio influyó significativamente en los rendimientos.

No hubo interacción significativa entre las variables: época de siembra, variedad y fertilización, según análisis de varianza, y pruebas múltiples de Duncan efectuadas (Ver Tabla 21).

Las condiciones climatológicas de los Llanos Orientales son muy similares a las observadas en otras áreas del bajo trópico, como en las Filipinas. Durante la época lluviosa (Abril a Noviembre) precipitación y humedad relativa son altas y la radiación solar disponible es considerablemente reducida debido a la nubosidad. En la época seca (Diciembre a Marzo), precipitación y humedad relativa son bajas y el cielo despejado permite una amplia radiación solar. La variación de temperatura se encuentra dentro de límites seguros para el cultivo del arroz durante todo el año.

A pesar de que las condiciones climatológicas son más

favorables para un buen rendimiento durante la época seca (segundo semestre) y cambios estacionales en las condiciones del suelo no detectables, los rendimientos obtenidos en el ensayo realizado, resultaron más bajos en el segundo semestre comparado con el primer semestre.

## BIBLIOGRAFIA

1. COCK, J. H. and YOSHIDA, S., 1972: Accumulation of  $C^{14}$  labeled carbohydrate before flowering and its sequent redistribution and respiration in the rice plant. Prog. Crop Science Soc. Japan, vol. XLI. vol. 2.
2. DE DATTA, S. K. TAURO, A. C., and BALADING, S. N., 1968: Effect of plant type and Nitrogen level on the ground characteristics on grain yield of indica rice in the tropics. Agronomy Journal Vol. 60 Nov-Dic, 1968, p. 643-647.
3. EBATA, M., and NAGATO, K., 1967: Ripening condition and grain characteristics. In: Symposium on problems in development and ripening of rice grains, Tokio University of Tokio, 22 Aug-3 Sept. 1966. International Rice Commission Newsletter, Special Issue, 1967.
4. FAO, (Food and Agricultural Organization), 1964: Reconocimiento Edafológico de los Llanos Orientales, Colombia. Informe General, Roma 1964.
5. HAYASHI, K., 1967: Efficiencies of solar energy conversion rice varieties as affected cultivating period. Prog Crop Science Soc. Japan 36(4): p. 422-428.
6. -----, -----, 1969: Efficiencies of solar energy conversion and relating characteristics in rice varieties. Prog Crop Science Soc. Japan 38(3): p. 495-500.
7. HIMAT. Instituto Colombiano de Hidrología y Meteorología. Datos meteorológicos para la estación La Libertad. Comunicación personal. 1981-1982.
8. ICA. Instituto Colombiano Agropecuario, 1971-1972: Reunión anual del programa nacional de arroz.

Palmira, Dic. 1971. Palmira, 1972.

9. IRRI. International Rice Research Institute. 1964-1973. Annual Report for 1963-1972. The International Rice Research Institute, IRRI, Los Baños Filipinas.
10. KAWANO, K., and TANAKA, A., 1968: Growth duration in relation to yield and Nitrogen response in the rice plant. Japan Journal of Breeding 18, 1968.
11. LEIHNER, D., 1975: Influence of planting season on growth development and yield performance of the rice plant in the Llanos Orientales of Colombia, South America. Faculty of Agriculture, Justus Liebig Universitat, Gieben. 1975.
12. LORA, R. Algunos aspectos sobre los micronutrientes. Temas de orientación agropecuaria. Bogotá, Colombia. p. 66-67, 1964.
13. MATSUMISHA, S., and TSUNODA, K., 1957: On the mechanism of ripening (5). Effects of temperatures and light intensity and their conditions in different stages in growth upon ripening in rice plants. Proc. Crop Science Soc. Japan 25(4):203-206.
14. MOOMAW, J. C., BALDAZO, P. G. and LUCAS, L. 1967: Effects of ripening period environment on yield of tropical rice. In: Symposium on problems in development and ripening of rice grains, Tokio, University of Tokio, 22 Aug-3 Sep. 1966. Institutional Rice Commission Newsletter, Special Issue, 1967.
15. MUNAKATA, K., 1968: Effects of climatic factors on productivity of rice. Japan Agricultural Research Quarterly vol. 3. No. 3, 1968.
16. MUÑOZ, R., y H. MANZANO. 1973: Efectos del hierro en la nutrición y en la producción de arroz, (Oriza Sativa) bajo riego en suelos del Meta, Tolima. Colombia. Revista ICA VIII: 3: 273-287.
17. MURATA, Y., 1964: On the influence of solar radiation and air temperature upon the local difference in the productivity of paddy rice in Japan. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 33(1): 59-63.
18. NAGATO, K., and EBATA, M. 1965: Effects of high

temperature during ripening period on the development and the quality of rice kernels. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 34(1): 59-66.

19. ODA, Y., and HONDA, T., 1963: Environmental control of tillering in rice plants. The science report of the research institute, Tohoku University D-Vol. 14 No. 1.
20. OWEN, E. J., SANCHEZ, L. F. 1979: Uso y manejo de los suelos de la parte plana del Departamento del Meta. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín técnico No. 67.74.
21. PANAMPERUMA, F. M. 1974: Limitaciones de los microcomponentes en los suelos ácidos tropicales. Presentado en el seminario sobre manejo de suelos y el proceso de desarrollo en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
22. RAMOS, N. 1972: Variaciones en rendimientos de arroz entre semestres en el Dpto. del Meta. Suelos y enfermedades en el cultivo de arroz TOA.
23. SANCHEZ, L. F., OWEN, E. J., 1981: Estado actual de la fertilidad en los suelos arroceros del Pie de Monte Llanero. Villavicencio. Instituto Colombiano Agropecuario. Programa Nacional de Suelos 20p.
24. -----,-----, Fertilización del arroz de riego y secado en los Llanos Orientales. Villavicencio. Instituto Colombiano. Programa Nacional de Suelos 13p.
25. TANAKA, A. NAVASERO, S. A., GARCIA, C. V., PARAO, F. T. and RAMIREZ, E., 1964: Growth habit of the rice plant in the tropics and its effects on the Nitrogen response. The International Rice Research Institute, Technical Bulletin No. 3 October 1964. Los Baños Filipinas.
26. -----, and KAWANO, K., 1966: Photosynthesis, respiration and plant type of the tropical rice plant. The Institutional Rice Research Institute, Technical. Bulletin No. 7 Los Baños Filipinas.
27. -----, and VERGARA, B. S. 1967: Growth habit and ripening of rice plants in relation of the environmental conditions in the Far East. The

Institutional Rice Commission Newsletter, Special Issue.

28. VERGARA, B., and LILIS, R., 1966: Studies on the responses of the rice plant to photoperiod. Effect of the number of photoinductive cycles on a seasonae rice variety BPI-76. The Phillipines Agriculturist, vol. 1, No.1, p. 9-14
29. -----, and LILIS, R., 1968: Studies on the responses of the rice plant to photoperiod. Effect of different photoperiods after panicle initiation on emergece of the panicle. The Phillipine Agriculturist, Vol. LII No. 2, p. 61-65.
30. -----, CHANG, T. and LILIS, R., 1969: The flowering response of the rice plant photoperiod. A review of literature. The Institutional Rice Research Institute, Bulletin No. 8, Baños, Phillipines.
31. -----, TANAKA, A., LILIS, R. and PURANABHAVUNG, S. 1966: Relationship between growth duration and grain yield of rice plants. Soil Science and Plant Nutrition, Vol. 12 No. 1 1966.
32. YOSHIDA, S., COCK, J. H. and PARAD, F. T., 1972: Physiological aspects of high yields. The Institutional Rice Research Institute. 1972 Breeding, Baños Phillipines, p. 455-467.