

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE HERBICIDAS PRE Y POSTEMERGENTES,  
EN COMPARACION CON EL COMBATE MECANIZADO DE  
MALEZAS EN ARROZ (*Oryza sativa* L.) DE SECANO  
EN EL VALLE DE ESQUIPULAS, GUATEMALA



Al conferírsele el título de  
INGENIERO AGRONOMO  
En el grado académico de  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, marzo 1986

D.L.  
01  
T(830)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR EN FUNCIONES

Dr. Mario Moreno Cámara

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano :	Ing. Agr. César Castañeda
Vocal I :	Ing. Agr. Oscar René Leiva
Vocal II :	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
Vocal III :	(Vacante)
Vocal IV :	P. Agr. Angel Leopoldo Jordán Z.
Vocal V :	P. Agr. Axel Gómez Ch.
Secretario:	Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano :	Dr. Antonio Sandoval S.
Examinador:	Ing. Agr. Felipe Jerónimo
Examinador:	Ing. Agr. Ricardo Miyares
Examinador:	Ing. Agr. Baldemar Portillo
Secretario :	Ing. Agr. Carlos Fernández

Guatemala, 26 de febrero de 1986

Señor Decano de la  
Facultad de Agronomía  
ING. AGR. CESAR CASTAÑEDA S.  
Ciudad Universitaria, Zona 12  
Ciudad

Señor Decano:

Tengo el honor de dirigirme a usted, para manifestarle que he asesorado al Br. JAVIER ORLANDO ACEVEDO GUERRA en la elaboración de su tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Dicha tesis, titulada: "EVALUACION DE HERBICIDAS PRE Y POST-EMERGENTES, EN COMPARACION CON EL COMBATE MECANIZADO DE MALEZAS EN ARROZ (Oryza sativa L.) DE SECANO EN EL VALLE DE ESQUIPULAS, GUATEMALA", satisface los principios técnicos establecidos por la Universidad de San Carlos para la elaboración y presentación de este tipo de trabajo y considero que su contenido constituye un efectivo aporte a la ricultura del país.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresar al Señor Decano, las muestras de mi distinguida consideración y aprecio.

Deferentemente,



Ing. Agr. Walter Ramiro Pazos Morales  
Fitomejorador y Especialista en Producción  
de Arroz  
**A S E S O R**

Guatemala, febrero de 1985

Ingeniero:  
César Castañeda  
Decano de la Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad

Señor Decano:

De manera atenta y respetuosa me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento, que tuve a la vista el informe de Tesis Ad-Grado, del Profesor Javier Orlando Acevedo Guerra, titulado EVALUACION DE HERBICIDAS PRE Y POST-EMERGENTES, EN COMPARACION CON EL COMBATE MECANICO DE MALEZAS DE ARROZ. - (Oriza sativaL.), DE SECANO EN EL VALLE DE ESQUIPULAS, GUATEMALA. El cual, a mi leal saber y entender, cumple con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para este tipo de trabajo; por lo que gustoso, firmo la presente en calidad de asesor.

Al agradecer la atención que la presente le merezca, aprovecho la oportunidad para reiterarle las muestras de mi más distinguida consideración y suscribirme como su atento y seguro servidor,

  
Ing. Agr. Baltazar Moscoso C

Asesor  
Colegiado No.477

Guatemala, febrero de 1986

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad a lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DE HERBICIDAS PRE Y POSTEMERGENTES,  
EN COMPARACION CON EL COMBATE MECANIZADO DE  
MALEZAS EN ARROZ (Oryza sativa L.) DE SECANO  
EN EL VALLE DE ESQUIPULAS, GUATEMALA

Presentándolo como requisito previo a optar al Título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Deferentemente,



JAVIER ORLANDO ACÉVEDO GUERRA

## ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Todopoderoso

A MIS PADRES

Eduardo Acevedo Villagrán  
María E. Guerra de Acevedo

A MIS HERMANOS

Carlos Enrique, Víctor Hugo,  
Mynor Eduardo, Boris Alberto y  
Francisco Otoniel

A MIS ABUELITOS

Nicolás Acevedo Villeda (QEPD)  
Lucía Villagrán v. de Acevedo

Francisco Guerra Villeda (QEPD)  
Juana María Welches de Guerra (QEPD)

A MIS SOBRINOS

Berta María, Diana María,  
Carlos Eduardo, Marco Tulio y  
Jorge Alberto

A MIS TIOS

A MIS PRIMOS

A MIS AMIGOS

Y EN ESPECIAL A

Alexis Díaz, Hugo y René Garza, José  
D. Villela, Edas Machorro, Clodomiro  
Guzmán, Julio Lima, Mynor Berganza,  
Maco Pinto, Fredy Salguero, Hugo Paiz,  
Guillermo Ramírez, Aroldo Fernández,  
Maynor Jordán, Gamaniel Duarte, Rober-  
to Cáceres, Francisco S. Lemus y Gui-  
lherme Pinto

**DEDICO ESTA TESIS**

**A mi Patria Guatemala**

**A la Universidad de San Carlos de Guatemala**

**A la Facultad de Agronomía**

**Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA**

**A todos los agricultores de Esquipulas**

## **AGRADECIMIENTO**

**Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, por haberme permitido realizar el presente trabajo de estudio, el cual forma parte del Programa de Arroz, en el Valle de Esquipulas.**

**Mis agradecimientos sinceros a los Ingenieros Agrónomos W. Ramiro Pazos M. y Baltazar Moscoso Caminade, por su dedicación en la asesoría del presente trabajo.**

**Agradecimiento especial a los Ingenieros Agrónomos Baldemar Portillo, Guillermo Rivera y Marco Tulio Aceituno, por su valiosa colaboración en la parte estadística del presente estudio.**

## **CONTENIDO**

	<b>Hoja</b>
I. INTRODUCCION	1
II. JUSTIFICACION	3
III. FORMULACION DE HIPOTESIS	4
IV. OBJETIVOS	4
V. REVISION DE LITERATURA	5
VI. MATERIALES Y METODOS	12
VII. RESULTADOS	23
VIII. CONCLUSIONES	46
IX. RECOMENDACIONES	48
ANEXO	49

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Valle de Esquipulas (zona ecológica subtropical húmeda), donde las malezas son, probablemente, el factor biológico limitante de mayor importancia para el cultivo de arroz. Los objetivos fueron evaluar el grado de control sobre las malezas, los efectos fitotóxicos en la planta de arroz y la acción residual de 10 tratamientos químicos herbicidas, usando los productos: Ronstar 25 EC (Oxadiazón), Ronstar PL (Oxadiazón-Propanil), Prowl 500 E (Pendimetalín), Herbax LV-30 (Propanil), Stam LV Sp. (Propanil-2,4,5-TP), Basagram M-60 (Bentazón-MCPA), Tordón 101 (Piclorán) y Goal (Definil), en comparación con un testigo mecánico (limpias manuales) y un testigo absoluto (sin deshierbar). También determinar el costo del control químico vrs. el control manual.

Los tratamientos Ronstar 25 EC y Goal se hicieron en preemergencia total, mientras que el Ronstar PL y los productos Prowl 500 E, Basagram M-60 y Tordón 101 en combinación con Propanil, fueron aplicados en postemergencia temprana.

El diseño experimental fue un Bloques al Azar con 12 tratamientos y 4 repeticiones. Para medir la acción de los tratamientos en el control de malezas y los efectos fitotóxicos sobre la semilla y planta de arroz, se utilizó una escala convencional de evaluación de 0 a 10.

Los resultados del estudio indican que las especies predominantes en el área son: Fimbristilys annua (Cyperaceae), Murdania nudiflora (Commelinaceae) y Echinochloa colonum (Graminaceae), con valores de importancia 43, 40 y 30, respectivamente. A nivel de familia, se comportan como dominantes las Graminaceae, Cyperaceae y Commelinaceae, en su orden.

Los índices de evaluación determinaron que Ronstar 25 EC y Goal, aplicados en preemergencia total, no producen efectos fitotóxicos sobre el embrión en desarrollo, ni en la planta de arroz, y que sólo la mezcla de Propanil + Piclorán en la forma de Herbax LV-30 + Tordón 101, en postemergencia, produjo daños severos sobre la planta de arroz, hasta 25 días después de su aplicación. Las aplicaciones de Ronstar PL (4 y 5 lts/ha de PC) y Ronstar 25 EC (3.5 lts P.C./ha) en postemergencia, también produjeron fitotoxicidad en grados 6.5 y 7.5, respectivamente, en los primeros 10 días, pero luego hubo recuperación casi total (grado 0.25 de la escala).

El mayor control de malezas durante los primeros 25 días fue dado, en su orden, por los tratamientos Herbax LV-30 + Tordón 101, Prowl 500 E + Propanil en las formas de Stam LV Sp. y Herbax LV-30, y Ronstar PL en las dosis de 4 y 5 litros de producto comercial por hectárea. El menor peso de biomasa seca promedio (33 grs/m<sup>2</sup>), fue obtenido con la aplicación de la mezcla de Herbax LV-30 + Tordón 101, lo cual confirma su eficacia contra las malezas:

La comparación de medias de rendimiento indica que todos los tratamientos químicos y el testigo mecánico son iguales entre sí y superiores estadísticamente al testigo absoluto (sin deshierbar). El rendimiento más alto 7.74 TM/ha, corresponde a la combinación Prowl 500 E + Stam LV-Sp. que supera en 4.3 TM/ha al testigo absoluto. Este último también produjo la mayor cantidad de biomasa seca (171 grs/m<sup>2</sup>), lo cual es concordante con la reducción en un 57.24% del rendimiento, con respecto al mejor tratamiento.

Finalmente, la mejor relación Beneficio/Costo, 1.14, se obtiene con el tratamiento Prowl 500 E + Stam LV-Sp. en postemergencia temprana.

## I. INTRODUCCION

La adopción de las variedades de alto rendimiento, Tikal 2 e ICTA Virginia, en las áreas cultivadas con arroz, en el Valle de Esquipulas, permitió que en muy corto tiempo, se incrementaran notablemente los rendimientos unitarios y el volumen de producción de este importante grano básico. Este cultivo, nuevo en el Valle, ha generado beneficios significativos a los agricultores y constituye, para el municipio en general, una importante fuente de trabajo.

Sin embargo, aún cuando ya se han logrado rendimientos hasta de 9,000 kg/ha (140 qq/mz), existen todavía algunos factores limitantes en la tecnología de cultivo, que no permiten a los agricultores aprovechar en forma generalizada ese potencial de las nuevas variedades.

Uno de estos factores y, probablemente el más importante, lo constituyen las malezas, pues siendo el arroz cultivado bajo condiciones de secano, es difícil lograr un control efectivo y económico de todas las malezas existentes y, en algunos casos resulta imposible, particularmente si para ello se emplean productos herbicidas en dosis inadecuadas y en el momento menos oportuno.

Esto último podría asociarse en cierta forma al hecho de que los arroceros del Valle utilizan únicamente el herbicida Propanil, para controlar indistintamente las malezas presentes en sus campos. Es necesario, entonces, encontrar, a corto plazo, nuevas alternativas mediante la evaluación en las propias áreas de cultivo, de los herbicidas disponibles en el mercado local y de aquellos que estando en la fase experimental, las empresas privadas ponen a disposición de los organismos de investigación.

Tomando en cuenta todo lo anterior, se realizó el presente estudio

con el objeto de evaluar el control que sobre las malezas ejercen los herbicidas de acción pre-emergente: Oxadiazón y Definil, aplicados solos, así como algunas combinaciones de Pendimetalín, Bentazón y Piclorán con Propanil, aplicados en forma postemergente.

## III. JUSTIFICACION

El presente estudio se justifica debido a que en la región prevalecen los siguientes problemas:

- Se desconoce la taxonomía y grado de importancia ecológica de la mayoría de malezas que compiten con el arroz por la luz, agua y sustancias nutritivas en las áreas bajo cultivo.
- Están aumentando los costos de producción y se están reduciendo los rendimientos, debido principalmente al inadecuado control de las malezas, lo que disminuye la rentabilidad en el cultivo.
- Muchas malezas son agresivas y poseen una eficiente capacidad reproductiva, características que combinadas con ciertos mecanismos biológicos, les confieren gran poder de adaptación y resistencia a las condiciones desfavorables de sequía, frecuentemente observadas en la región.
- Las alternativas con que se cuenta se basan únicamente en el uso de Propanil en una sola aplicación o en forma fraccionada, situación que da lugar a que muchas malezas escapen a su control.

### III. FORMULACION DE HIPOTESIS

- El uso de herbicidas aplicados solos o formando combinaciones para el control de malas hierbas en arroz, influye en el rendimiento del cultivo.
- El costo de control de malezas con productos herbicidas en el cultivo de arroz es más económico que el control mecánico.

### IV. OBJETIVOS

1. Determinar el grado de control que sobre las malezas ejerce cada uno de los tratamientos evaluados.
2. Determinar la importancia ecológica de las malezas existentes en la zona y la taxonomía de las mismas.
3. Medir el efecto fitotóxico de los herbicidas, sobre la semilla en germinación y en la planta de arroz.
4. Determinar el período de acción residual de los herbicidas, así como observar las especies de malezas que escapan de control.
5. Comparar los costos de control químico de las malezas en relación con el control mecánico o manual.

## V. REVISION DE LITERATURA

### V.1 DE LA IMPORTANCIA DEL CONTROL

Pazos (12), indica que las malezas constituyen, en la fase agronómica del cultivo, probablemente, el factor biológico que más limita la expresión del potencial de rendimiento de las variedades bajo cultivo, por lo que proceder a su total control dentro de los primeros días de crecimiento del arroz, evitará disminuciones en la cosecha.

Posiblemente, en la mayor parte de las áreas arroceras de Guatemala sean aplicables las conclusiones publicadas por ICA, Colombia (3), en cuanto a que si el cultivo de arroz no se mantiene libre de malezas durante los primeros doce días, después de la siembra, los rendimientos pueden bajar un 20%, y que si las malezas permanecen sin control hasta los 30 días de edad del cultivo, la reducción de la cosecha puede ser del 60%.

También Espinoza (5), constató, experimentalmente, que la competencia de malezas con el cultivo de arroz, durante las primeras 4, 5 y 6 semanas después de la germinación, reduce los rendimientos en 10, 18 y 45%, respectivamente, y que el testigo absoluto (sin deshierbar) los reduce en un 67%.

Una de las principales causas de los bajos rendimientos obtenidos con el arroz, a nivel mundial, es el inadecuado control de malezas, situación que se acentúa más en el cultivo de secano, sistema éste predominante en toda Latinoamérica, incluyendo a Guatemala (1).

## V.2 DEL CONTROL QUIMICO DE MALEZAS EN ARROZ

El control químico de malezas, por medio de herbicidas, ha llegado a constituir una fase importante de la agricultura moderna, al grado que en Guatemala se creó una sección de Control Químico de Malezas, adscrita a la Dirección de Investigación Agrícola del Ministerio de Agricultura. Y se hizo necesario experimentar localmente el comportamiento de más de cien productos herbicidas diferentes, en cuanto a selectividad, forma de aplicación, poder residual, poder de fitotoxicidad, poder de translocación y otros (15).

El control de malezas presenta ventajas sobre otros métodos de control, tales como: rapidez de aplicación, eficacia, seguridad, amplitud y oportunidad de control (11).

El primer herbicida usado en el cultivo de arroz en Guatemala fue el 2,4-D amina, para controlar malezas de hoja ancha, a dosis de 2.4 litros de ingrediente activo por hectárea, en 100 galones de agua. En la actualidad se previene su uso, ya que inhibe la capacidad de ahijamiento del arroz.

En la década del 50 aparecen en los Estados Unidos de Norteamérica, los herbicidas selectivos conocidos como Propaniles, que controlan buen número de malezas, indistintamente de hoja ancha y graminiformes, no así a una determinada especie (cultivo). De ellos, el Stam F-34, el Surcopur y el Rogue son ampliamente conocidos (15).

Sierra (16), indica que la selectividad de Propanil ha-

cia arroz es completamente fisiológica, ya que sus hojas poseen una enzima llamada aryl acylamidasa que degrada el Propanil a 3,4-dicloroanilina y ácido propiánico, sustancias inócuas al cultivo, lo cual no ocurre con las malezas, debido a la ausencia de dicha enzima.

James (10), indica que Bentiocarbo presenta excelente selectividad hacia el arroz y que tiene buen control sobre la mayoría de gramíneas anuales y malezas de hoja ancha que compiten con el cultivo.

### V.3 DE LA CLASIFICACION DE LOS HERBICIDAS

#### V.3.1 Por su forma de actuar

- Selectivos
- No selectivos
- De contacto
- Sistémicos

#### V.3.2 Por su composición química

##### V.3.2.1 Herbicidas orgánicos

- A. Herbicidas orgánicos de contacto
- B. Herbicidas orgánicos sistémicos, los cuales, a su vez, se clasifican en:

- Fenoxiácidos y derivados
- Carbamatos y derivados
- Ureas sustituidas
- Triazinas simétricas y derivadas
- Cloroacetamidas

- Ácidos alifáticos
- Ácidos clorobenzoicos
- Dimitroaerosoles
- Ácidos orgánicos
- Difenil - éter
- Toluidinas

#### V.3.2.2 Herbicidas inorgánicos

- A. Herbicidas inorgánicos de contacto
- B. Herbicidas inorgánicos con alguna selectividad

#### V.3.2.3 Aceites

- A. Petróleo
- B. Alquitrán

#### V.3.2.4 Compuestos varios (14)

- La hidrácida maleica
- La isocotín hidrácida
- Algunos derivados del ácido ftálico
- Algunos ditiocarbamatos
- El amino triazol
- Derivados del alcohol alílico
- Derivados de bupiridilo

### V.4 MODO DE ACCIÓN DE LOS HERBICIDAS

La serie de reacciones que conducen al efecto fisiológico es considerado como el modo de acción.

Los herbicidas, en general, son aplicados, ya sea sobre el follaje de las plantas o sobre el suelo, y para que ejerzan su acción fitotóxica, deben penetrar por los br-

ganos de la parte aérea o requieren ser absorbidos por las raíces (18).

La reacción herbicida es, en muchos casos, una acción fotohormonal actuando como reguladores de crecimiento, otros en cambio, son tóxicos o cáusticos para las malezas al entrar en contacto con ellas.

Los herbicidas modifican y controlan el crecimiento de plantas mediante la inhibición del proceso metabólico, evitando la biosíntesis de metabólicos indispensables para el crecimiento (18).

## V.5

### PENETRACION

Los herbicidas que son aplicados al follaje pueden ser de contacto y translocables o sistémicos. El movimiento de sustancias a través de la cutícula se realiza por difusión.

Tanto la ruta acuosa como la lipoides están disponibles y la relativa importancia de cada una de ellas está influenciada por el tamaño y la estructura molecular del producto químico, la presencia de agua, pH y otros factores.

Una vez que el producto atravieza la cutícula puede continuar por medio de las siguientes vías de penetración: movilizándose por las paredes celulares de la epidermis y el mesoflico que constituyen parte del apoplasto que tiene carácter hidrófilo (18).

## V.6 FACTORES QUE INFLUENCIAN LA PENETRACION DEL HERBICIDA

### V.6.1 De la planta

- a. Carácter de la cutícula exterior y de la cutícula interna, existe una relación directa entre el grosor de la cutícula y la cantidad de herbicida que penetrará a través del follaje.
- b. Balance del agua favorable: hidratación de la cutícula, fotosíntesis y transporte en el floema, reacción enzimática y crecimiento.
- c. Morfología de la hoja: relacionada con la retención del herbicida, hojas horizontales retienen más de las aspersiones que las hojas verticales.
- d. Daños: enfermedades, ataque de insectos y daños causados por maquinaria, incrementan la penetración foliar.

### V.6.2 Del medio ambiente

- a. Luz: estimula la penetración en forma directa al estimular la apertura de los estomas y en forma indirecta a través del proceso de fotosíntesis.
- b. Temperatura: cuando no es excesiva puede promover la penetración a través de efectos en procesos físico-químicos, aumentando la velocidad de difusión, baja viscosidad y en factores fisiológicos, tales como aceleración del proceso fotosintético y translocación en el floema.

- c. Humedad: cuando la humedad es adecuada evita stres de agua en la planta y demora a el secado de las gotas de la aspersion.

## V.7 FORMULACION

- a. Estructura del herbicida: en general, moléculas apolares penetran en las hojas más fácilmente que las moléculas polares.
- b. El pH: muchas moléculas herbicidas penetran más rápidamente cuando no están disociadas.
- c. Surfactantes: aumentan considerablemente la penetración de los herbicidas.
- d. Aspersiones con altas presiones y muy cerca del follaje pueden aumentar la penetración por los estomas si están abiertos. Una cobertura total de las hojas debe ser superior a una simple aspersion (18).

## VI. MATERIALES Y METODOS

### VI.1 LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL

El presente estudio fue realizado en el Valle de Esquipulas, municipio del departamento de Chiquimula. Sus coordenadas geográficas lo ubican entre los 14° 34' latitud norte y 89° 27' longitud oeste, del meridiano de Greenwich; su altura es de 950 metros sobre el nivel del mar (8).

Su clima está comprendido en la zona ecológica subtropical húmeda, con una precipitación pluvial de 1,471 mm, promedio. La temperatura máxima promedio 28°C, media de 22.7°C, mínima de 18.5°C. La humedad relativa máxima promedio es de 93.3%, media de 81.5 y mínima de 41.5% ( ). Los datos de temperatura y humedad relativa corresponden al período de cultivo del arroz, (mayo a octubre).

Los suelos, según Simmons et al (17), corresponden a la serie Atulapa, caracterizados porque su material madre proviene de ceniza volcánica cementada de color claro, buen drenaje y con un suelo superficial color café oscuro, con una textura franco arcillo limoso y consistencia friable; textura arcillosa y con un espesor de 50 a 75 centímetros.

Siendo sus referencias: suelo profundo y poco profundo sobre material claro.

Los cultivos más importantes del área son: el arroz (Orv-

za sativa L.), Tabaco (Nicotiana tabacum), Maíz (Zea mays), Tomate (Lycopersicon esculentum) y el Frijol (Phaseolus vulgaris L.).

## VI.2 MALEZAS QUE COMPITEN CON EL ARROZ EN LA REGION. DESCRIPCION

Las principales malezas encontradas en el área de estudio, tomando en cuenta su importancia, su nombre científico, nombre común, características botánicas, familia y hábitat, son las siguientes:

### a. Fimbristyles annua

Familia: Cyperaceae

Nombre común: Barba de indio, arrocillo, pelo de sapo

Planta anual que forma céspedes densos, común en el cultivo de arroz de áreas inundables y en bordes de canales. La raíz es fibrosa. El tallo angular erecto, delgado de 30 a 50 centímetros de alto, es altamente ramificado en la base. Las hojas son basales y lineares. La inflorescencia es una umbela o compuesta, con espiguillas café, siendo algunas pediceladas y otras sésiles. El fruto es un aquenio lenticular pequeño. Se reproduce por semilla, medianamente nociva (2).

### b. Murdania nudiflora

Familia: Commelinaceae

Nombre común: Piñita, colchón de pobre

Hierba anual o perenne, suculenta, común en cultivos y áreas húmedas de clima calido templado. La raíz es fibrosa y agrupada. Presenta raíces secundarias en los nudos inferiores del tallo. El tallo es estolonífero delgado, glabros con nudos que emiten raíces adventicias. Hojas lanceoladas sentadas, carnosas, cubiertas con cutícula no permeable. La inflorescencia es un racimo terminal pedunculado sencillo o doble, siendo sus flores pequeñas con tres pétalos violeta de reacción fotonástica y ovario súpero. Su fruta es una cápsula pequeña dehiscente triocular que contiene seis semillas (2).

c. Echinochloa colonum (L.)

Familia: Graminaeae

Nombre común: Liendre de puerco, paja de pato, paja de arroz, arrocillo, pasto colorado

Pasto herbáceo anual, común en terrenos cultivados, especialmente con arroz y en bordes de carreteras y potreros. La raíz es fibrosa. El tallo es decubente, altamente ramificado en la base, verde a morado y de 30 a 75 centímetros de alto. Las hojas son linear-lanceoladas, de 2.6 a 20 centímetros de largo y de 0.3 a 0.6 centímetros de ancho. La hoja no tiene ni lígula ni aurícula y es glabra. La inflorescencia es una panícula de color verde a morado con 4 a 8 racimos de 1 a 2 centímetros de longitud. El fruto es carióspsido y se reproduce por semilla, es altamente nociva (2).

d. Digitaria sanguinalis

Familia: Gramineae

Nombre común: Guarda rocío, hierba de conejo, paja de colchón, pata de gallo, pasto de cuaresma, calpim de colchoa, pata de gallina, pasto chato, pendejuélo y gramilla.

Pasto herbáceo anual, presente en terrenos cultivados, bordes de carreteras, potreros y cespedes. La raíz es fibrosa. El tallo es ascendente, altamente ramificado en la base, de 30 a 100 centímetros de altura y produce raíces adventicias en los nudos inferiores. Las hojas son pubescentes linear-lanceoladas, de 5 a 10 centímetros de largo y de 0.5 a 1 centímetro de ancho. La inflorescencia está compuesta por espigas múltiples. El fruto es una carióspside y se reproduce vegetativamente y por semilla, medianamente no civa (2).

e. Jussiaea linifolia Vahl.

Familia: Onagraceae

Nombre común: Clavito, hierba de cigarro, clavel, duraznillo

Planta anual leñosa, común en arroz de riego y suelo húmedo. Tiene raíz pivotante y tallo erecto, angular, leñoso, ramificado y glabro de 50 a 200 centímetros de altura, las hojas son lanceoladas, alternas, sésiles y glabras.

### VI.3 MATERIALES EXPERIMENTALES BASICOS

- a. Semilla Certificada de arroz, variedad ICTA-Virginia.

## b. Formulaciones herbicidas

<u>Nombre Comercial</u>	<u>Nombre Común</u>
- Ronstar PL	Oxadiazón
- Stam LV-Sp.	Propanil - Silvex
- Herbax LV-30	Propanil
- Basagram M-60	Bentazón - MCPA
- Goal	Definil
- Tordón 101	Piclorán
- Prowl 500 E	Pendimetalín

## VI.4 PREPARACION DEL SUELO Y MANEJO DEL EXPERIMENTO

La preparación del suelo se hizo en forma mecanizada y consistió en chapeo, aradura y dos pasos de rastra. El terreno se desinfestó con la aplicación e incorporación al suelo de 30 kgs/ha de Volatón granulado al 2.5%. La siembra tuvo lugar en la segunda quincena de mayo, al inicio de las lluvias. Esta se realizó con una sembradora de cereales a una densidad de 84 kgs de semilla por hectárea.

La fertilización base al momento de la siembra fue de 195 kg/ha de la fórmula comercial 10-30-10. La fertilización suplementaria de nitrógeno se realizó con 130 kgs/ha de Urea 46%N, aplicando 50% de la dosis en la fase de macollamiento y el resto al inicio del primordio floral, (40 y 60 días después de la siembra), respectivamente.

Para el control de plagas del follaje y grano se aplicó Thiodán 35E, a razón de 1.4 lts/ha.

La cosecha se hizo en forma manual y consistió en corte, trilla y limpia del grano de la parcela neta en su totalidad,

luego se tomaron los datos de rendimiento y humedad de campo. Estos últimos fueron transformados y expresados en toneladas métricas por hectárea de grano limpio y seco al 14% de humedad.

Los datos taxonómicos e importancia ecológica de las malezas, se tomaron antes de la preparación del terreno, de acuerdo a la metodología preestablecida.

## VI.5 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

En el presente estudio se empleó el diseño experimental de Bloques al Azar, con doce tratamientos y cuatro repeticiones. Una sola localidad (Figura 1 del Anexo).

El área de cada tratamiento o unidad experimental fue de 14.3 m<sup>2</sup> (2.4 x 6.0 m), y estuvo constituida por 15 surcos de 6.0 m de longitud separados a 0.17 m entre sí. El área útil (parcela neta), sobre la cual se hicieron las evaluaciones y tomaron los datos de rendimiento fue de 8.2 m<sup>2</sup> y se determinó por los 9 surcos centrales (Figura 2 del Anexo).

El modelo estadístico para este diseño fue el siguiente:

$$Y_{ij} = u + B_i + T_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta observada en el bloque i con tratamiento j

$u$  = Efecto de la media general

$T_j$  = Efecto del tratamiento j

$B_i$  = Efecto del bloque i

$E_{ij}$  = Error experimental

Los tratamientos seleccionados se detallan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Tratamientos herbicidas, dosis y momento de aplicación

TRATAMIENTO (Nombre Común)	Nombre Comercial	Its P.C./ha	Epoca de Aplicación
1. Oxadiazón	Ronstar PL	5.0	Postemergente
2. Oxadiazón	Ronstar PL	4.0	Postemergente
3. Pendimetalin + Propanil	Prowl 500 E + Stam LV-Sp.	2.0 + 6.0	Postemergente
4. Pendimetalin + Propanil	Prowl 500 E + Herbax LV-30	2.5 + 6.0	Postemergente
5. Propanil + Bentazón-MCPA	Stam LV-Sp + Basagram M-60	7.0 + 3.0	Postemergente
6. Propanil + Piclorán	Herbax LV-30 + Tordón 101	6.0 + 0.6	Postemergente
7. Oxadiazón	Ronstar 25 EC	4.5	Preemergente
8. Oxadiazón sp. Oxadiazón	Ronstar 25 EC sp Ronstar 25 EC	4.5 sp 3.5	Pre y Postemerg.
9. Definil sp. Propanil	Goal sp Stam LV-Sp	1.0 sp 6.5	Pre y Postemerg.
10. Propanil	Stam LV-Sp (práctica del agricultor)	4.3	Postemergente
11. Testigo Mecánico		Limpias manuales	
12. Testigo Absoluto		Sin de hierbar	

sp = Seguido por:

PC = Producto comercial

## VI.6 DETERMINACION DEL GRADO DE INFESTACION E IMPORTANCIA ECOLOGICA DE LAS MALEZAS

### a. Etapa taxonómica

- Recolección del material en el área de estudio.
- Identificación del material recolectado mediante el auxilio de fotografías, dibujos, herbarios y llaves botánicas.

### b. Etapa ecológica

- Muestreo en distintos sitios del área de cultivo.
- Registro de datos de cobertura y número de individuos por parcela, utilizando 10 parcelas de  $1 \text{ m}^2$ , determinadas al azar en el área de cultivo.
- Cálculo de la frecuencia, cobertura y sus respectivos valores, obteniéndose a partir de estos, el valor de importancia de las malezas en el cultivo. Este valor se computó de acuerdo al método descrito por Curtis y McIntosh (4), quienes lo definen como la suma de los valores relativos de densidad, cobertura y frecuencia. El valor numérico es indicativo de la importancia ecológica de una especie dentro de una comunidad.
- Los factores pH y altitud registrados en la zona de muestreo fueron determinados mediante la toma de muestras de suelo representativas del área y su posterior análisis en el laboratorio; mientras que la altitud se determinó haciendo uso de mapas topográficos.

## VI.7 MANEJO DE LOS HERBICIDAS

Los herbicidas de acción preemergente se aplicaron el

mismo día de la siembra y, los de acción postemergente cuando las malezas tenían 2 y 3 hojas.

En la aplicación se utilizó una aspersora manual de mochila de 15 litros de capacidad, provista de un aguilón de dos boquillas en forma de abanico. La presión al momento de hacer las aplicaciones fue de 20 libras por pulgada cuadrada la cual se mantuvo constante por medio de un manómetro colocado en la llave de salida, lo que permitió mayor uniformidad de la aspersión y una máxima cobertura.

#### VI.8 MANEJO DE LOS TRATAMIENTOS TESTIGO MECANICO Y ABSOLUTO

El testigo mecánico fue deshierbado como se acostumbra en la región, por lo que se limpió tres veces el cultivo, determinándose cada vez los costos de mano de obra para el análisis económico respectivo. Las parcelas correspondientes al testigo absoluto no fueron deshierbadas, permaneciendo la totalidad de malezas en competencia con el cultivo hasta la cosecha.

#### VI.9 INDICE DE FITOTOXICIDAD

En este caso, la evaluación se hizo en forma cualitativa, comparando las parcelas tratadas con las no tratadas, (tratamiento testigo). Las evaluaciones se efectuaron en forma visual a los 5, 15 y 25 días después de las aplicaciones en los tratamientos postemergentes y a los 15, 20 y 25 días después de la siembra, en los tratamientos preemergentes. En ambos casos, se utilizó la Escala convencional de 0 a 10, cuyos valores se definen a continuación:

<u>Indice de Fitotoxicidad</u>		<u>Denominación</u>
0	=	Ningún daño aparente
1-2-3	=	Daño leve
4-5-6	=	Daño moderado
7-8-9	=	Daño severo
10	=	Destrucción del cultivo

Las lecturas o evaluaciones de daño se hicieron tomando como criterio las poblaciones de plántulas de arroz que germinaron en los tratamientos preemergentes y en el daño físico al follaje en ambos tipos de tratamiento (pre y pos-emergente), todo en comparación con las parcelas testigo.

#### VI.10 INDICE DE CONTROL DE MALEZAS

La eficiencia de los productos y dosis ensayados en relación al control ejercido sobre las especies de malezas presentes, se evaluó de la manera siguiente:

- a. En forma visual haciendo lecturas durante los primeros 25 días posteriores a las aplicaciones, de acuerdo a la escala convencional de 0 a 10, donde:

0	=	Ningún control
1, 2, 3	=	Poco control
4, 5, 6	=	Regular control
7, 8, 9	=	Bueno a muy buen control
10	=	Control total

- b. Determinando el peso de Biomasa en cada tratamiento

Para ello se hicieron muestreos a los 60 días después

de aplicados los tratamientos. Las muestras, 4 en total de cada tratamiento, fueron obtenidas por medio de un marco de metal de 0.50 m por lado, lanzado al azar dentro del área de cada parcela experimental. Las muestras de malezas así extraídas, fueron después separadas y agrupadas en: Gramíneas, Cyperáceas y Dicotiledoneas (Hoja Ancha). Luego se sometieron a una temperatura constante de 35°C durante 8 días, con el objeto de obtener de cada grupo de malezas, el peso en gramos de biomasa seca por tratamiento.

#### VI.11 ANALISIS ESTADISTICO Y ECONOMICO

Los datos de peso en gramos de biomasa seca de malezas, fueron por su naturaleza, previamente transformados por medio de la fórmula:  $\sqrt{x+1}$ , para su posterior análisis estadístico. Los datos de rendimiento de arroz en granza (paddy), fueron directamente analizados, de acuerdo al modelo estadístico del diseño de Bloques al azar.

Para determinar diferencias estadísticas entre tratamientos, se realizaron pruebas de comparaciones múltiples de medias por el método de Tukey.

Finalmente, se hizo un análisis económico en base a los costos de producción, tomando en cuenta los costos directos e indirectos. Con los datos de rendimiento se calculó el ingreso bruto y por diferencia el ingreso neto, con el que se estableció la relación Beneficio/Costo, que fue utilizada para la comparación respectiva.

## VII. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

### VII.1 DE LOS FACTORES ECOLOGICOS ASOCIADOS CON LAS MALEZAS E IMPORTANCIA DE ESTAS ULTIMAS

Los resultados de esta fase de la investigación permitieron establecer que los factores: altitud, pH del suelo, zona ecológica, tipo de cultivo, sistema de control de malezas y composición vegetal, se encuentran asociados con la distribución de las malas hierbas reportadas, Cuadros 2 y 3. En el primero puede verse que las especies predominantes en el área investigada fueron: Fimbristylis annua (Cyperaceae), Murdania nudiflora (Commelinaceae) y Echinochloa colonum (Gramineae), cuyos valores de importancia (Vi) corresponden en su orden a 43, 40 y 30. Otras como Digitaria sanguinalis (Gramineae) y Jussiaea linifolia (Onagraceae), con valores (Vi) de 12 y 8 respectivamente, son consideradas de importancia intermedia. La descripción de estas cinco malezas, consideradas en la zona de estudio como las más importantes, por su competencia con el arroz, puede verse en el numeral VI.2 del capítulo Materiales y Métodos.

En el Cuadro 3 puede observarse, además, el reporte de otras especies de malezas que crecen en el área en forma muy limitada, lo cual se comprueba con sus respectivos valores de importancia (Vi).

A nivel de familia se comportaron dominantes las Gramineae y Commelineae. Las familias de importancia secundaria fueron: Onagraceae, Compositae, Aizoaceae y Euphorbiaceae, siendo la familia Caryophyllaceae la de menor importancia de todas, Cuadro 3.

CUADRO 2. Factores ecológicos asociados con la distribución e importancia de las malezas

Localidad Muestrada	Cultivo	Altitud mts snm	pH	Zona de Vida Vegetal	Método de Control de Malezas	Malezas Dominantes con sus respectivos Valores de Importancia (Vi)		
						Nombre Científico	Vi	Familia
Valle de Esquipulas	Arroz	950	5.5	Subtropical húmeda	Químico	<u>Fimbristylis annua</u>	43	Cyperaceae
						<u>Murdania nudiflora</u>	40	Comelinaceae
						<u>Echinochloa colonum</u>	30	Gramineae
						<u>Digitaria sanguinalis</u>	12	Gramineae
						<u>Jussiaea liniflora</u>	8	Onagraceae

CUADRO 3. Malezas presentes en el área muestreada y su importancia

Espece	Familia	Nombre Común	(Vi)
<u>Digitaria sanguinalis</u>	Gramineae	Guarda rocío	12
<u>Echinochloa colonum</u>	Gramineae	Liendre de puerco	30
<u>Eleusine indica</u>	Gramineae	Pata de gallina	2
<u>Oryza sativa</u>	Gramineae	Arroz rojo	1
<u>Fimbristylis annua</u>	Cyperaceae	Barba de indio	43
<u>Dichromena ciliata</u>	Cyperaceae	Estrellita	2
<u>Sinedrella nodiflora</u>	Compositae	Cerbatana	6
<u>Drymaria cordata</u>	Caryophyllaceae	Hierba de estrella	1
<u>Mullugo verticillata</u>	Aisoaceae	Tomillo	5
<u>Commelina difusa</u>	Commelinaceae	Hierba de pollo	4
<u>Murdania nudiflora</u>	Commelinaceae	Colchón de pobre	40
<u>Ageratum conyzoides</u>	Compositae	Santa Lucía	3
<u>Bidens pilosa</u>	Compositae	Mosote	2
<u>Euphorbia hirta</u>	Euphorbiaceae	Hierba de sapo	1
<u>Euphorbia hypericifolia</u>	Euphorbiaceae	Hierba de golondrina	3
<u>Jussuaea linifolia</u>	Onograceae	Clavito	8

Vi = Valor de importancia.

## VII.2 SOBRE EL INDICE DE DAÑO

Al evaluar el efecto nocivo de los tratamientos Ronstar 25 EC (Oxadiazón) y Goal (Definil), aplicados en preemergencia total, no se encontró ningún efecto dañino ni sobre el embrión en desarrollo ni en la planta de arroz (Cuadro 4). En el mismo cuadro puede observarse que la mezcla de Propanil + Piclorán en la forma de Herbax LV-30 + Tordón 101, en postemergencia, produjo los mayores daños al cultivo (grado 8.75), los cuales fueron irreversibles hasta los 25 días después de su aplicación.

Las aplicaciones de Ronstar PL, en dosis de 5 y 4 litros/ha de producto comercial, y Ronstar 25 EC a razón de 3.5 litros/ha de producto comercial, en postemergencia, también produjeron daños a la planta de arroz en grado 6.5, 6.5 y 7.5, respectivamente, durante los primeros 5 días, pero luego el cultivo se recuperó hasta mostrar daños leves al finalizar la tercera lectura.

Finalmente, cabe resaltar los bajos índices de daño al cultivo observados con las mezclas de: Prowl 500 + Propanil (tratamientos 3 y 4); Propanil + Bentazón-MCPA (tratamiento 5); Goal seguido por Propanil (tratamiento 9) y Stam LV-Sp. (práctica del agricultor), los cuales estuvieron entre los grados 3 y 0.5 de la escala al inicio y 0.5 a 0.0 al transcurrir los primeros 25 días. Los índices de daño casi imperceptibles en el tratamiento 10, que simuló la práctica del agricultor, se explican al observar la dosis relativamente baja, 4.3 litros/ha, de Stam LV-Sp. utilizada, (Cuadros 1, 4 y Gráfica 1).

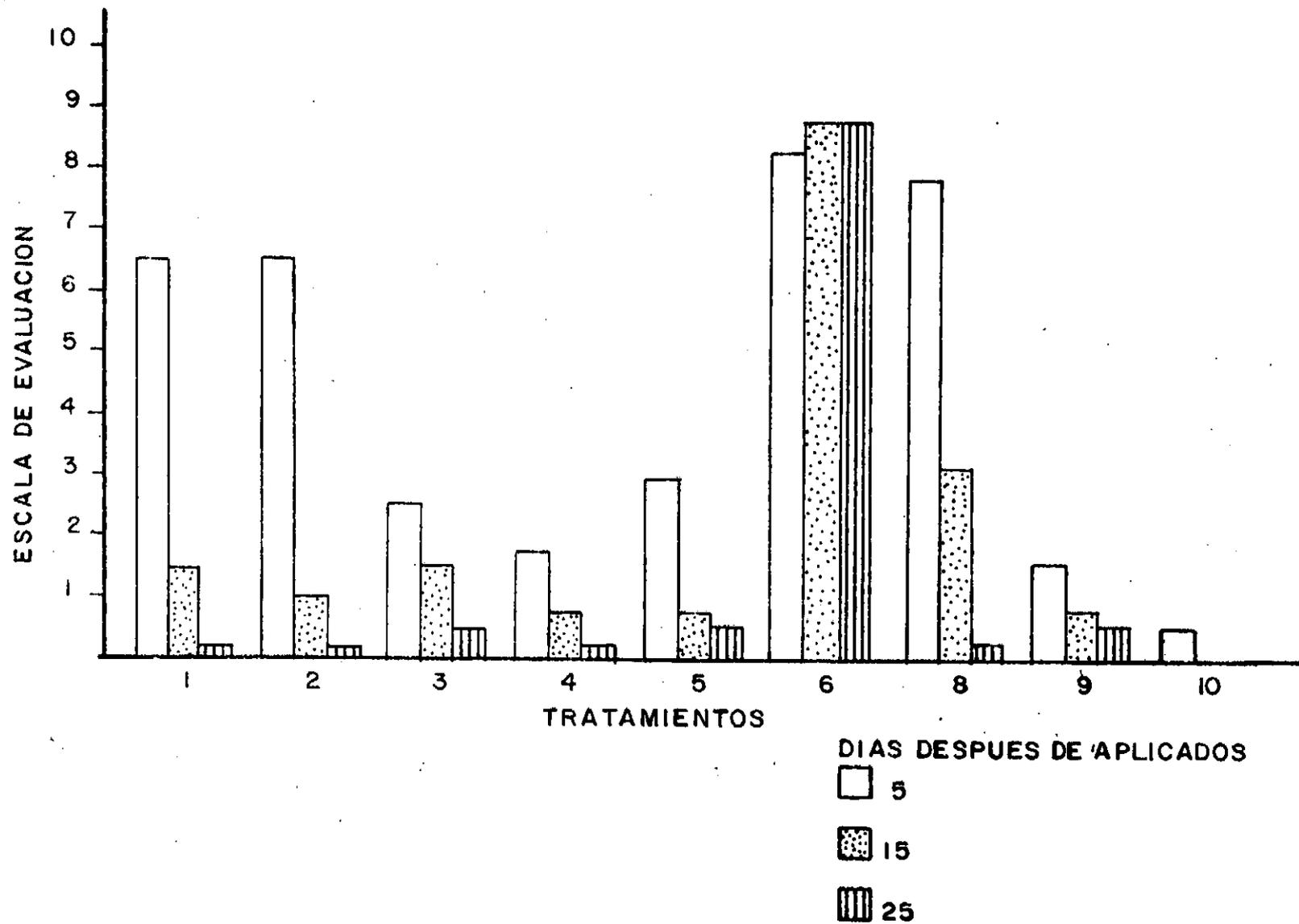
CUADRO 4. Índice de daño causado al cultivo de arroz por los tratamientos pre y postemergentes

Tratamientos	INDICE DE DAÑO					
	Acción Preemergente			Acción Postemergente		
	15 DDA	20 DDA	25 DDA	5 DDA	15 DDA	25 DDA
1. Ronstar PL				6.50	1.50	0.25
2. Ronstar PL				6.50	1.00	0.25
3. Prowl 500 E + Stam LV-Sp				2.50	1.50	0.50
4. Prowl 500 E + Herbax LV-30				1.75	0.75	0.25
5. Stam LV-Sp + Basagram M-60				3.00	0.75	0.50
6. Herbax LV-30 + Tordón 101				8.25	8.75	8.75
7. Ronstar 25 EC				0.00	0.00	0.00
8. Ronstar 25 EC sp Ronstar 25 EC				7.75	3.00	0.25
9. Goal sp Stam LV-Sp				1.50	0.75	0.50
10. Stam LV-Sp*				0.50	0.00	0.00

DDA = Días después de aplicado.

sp = Seguido por

\* = Práctica del agricultor.



GRAFICA I TOXICIDAD CAUSADA AL ARROZ POR LOS HERBICIDAS APLICADOS EN POST EMERGENCIA

### VII.3 SOBRE EL CONTROL DE MALEZAS

Como puede observarse, en el Cuadro 5 y Gráfica 2, el tratamiento 6: Herbax LV-30 + Tordón 101, en dosis de 6.0 + 0.6 lts/ha, de producto comercial, aplicado en post-emergencia, fue el que mostró un control total de malezas durante los primeros 25 días. Obviamente, el menor peso de biomasa seca, en promedio, 33 grs/m<sup>2</sup>, fue obtenido con este tratamiento, lo cual confirma la información sobre el control de malezas observado.

Los otros tratamientos aplicados en post-emergencia, que ofrecieron muy buen control, fueron en su orden: Stam LV-Sp + Basagram M-60, Prowl 500E + Propanil en las formas de Stam LV-Sp y Herbax LV-30 y Ronstar PL en las dosis de 4 y 5 lts/ha de producto comercial.

Con respecto a los índices de control observados con los tratamientos que combinaron la acción de productos pre y post-emergentes, puede apreciarse también en el Cuadro 5, que Goal aplicado en preemergencia ofrece un control total de malezas durante los primeros 15 días, luego el control pasa a ser regular, observándose a los 25 días muy poco control, (grado 1.5). Sin embargo, al complementar su efecto residual con la aplicación de Propanil, en la forma de Stam LV-Sp, el grado de control observado con este tratamiento hasta los 50 días, fue de 7.5, equivalente a muy buen control.

Ronstar 25EC (tratamiento 8), aplicado en pre-emergencia total, seguido por una segunda aplicación después que el arroz y la nueva población de malezas ha emergido, ejerció como pre-emergente muy buen control hasta los 25 días. Al aplicarlo como post-emergente, su acción

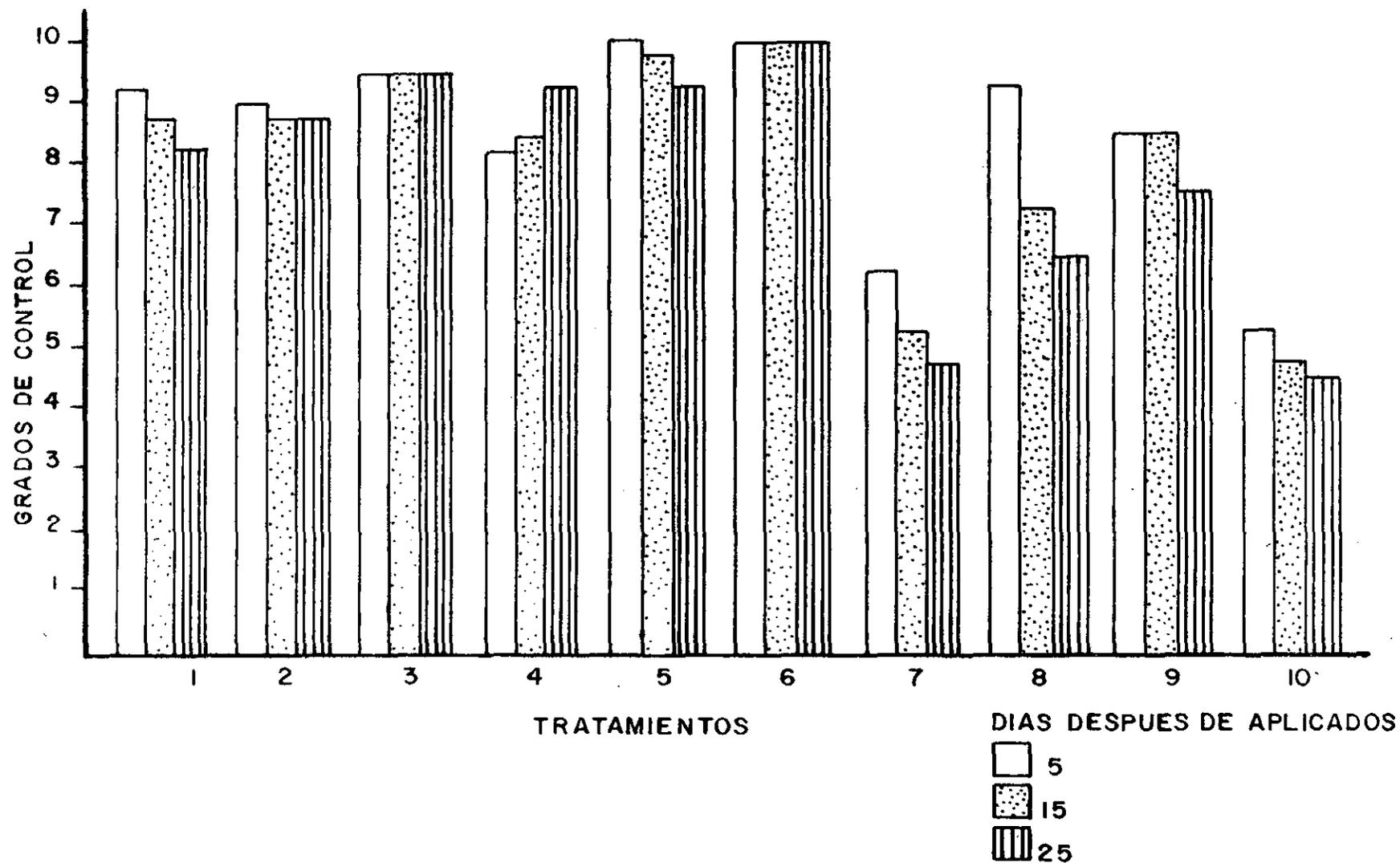
CUADRO 5. Control de malezas observado en los primeros 25 días de aplicados los tratamientos

Tratamientos	INDICE DE CONTROL					
	Acción Preemergente			Acción Postemergente		
	15 DDA	20 DDA	25 DDA	5 DDA	15 DDA	25 DDA
1. Ronstar PL. 5 litros				9.25	8.75	8.25
2. Ronstar PL. 4 litros				9.00	8.75	8.75
3. Prowl 500 E + Stam LV-Sp				9.50	9.50	9.50
4. Prowl 500 E + Herbax LV-30				8.25	8.50	9.25
5. Stam LV-Sp + Basagram M-60				10.00	9.75	9.25
6. Herbax LV-30 + Tordón 101				10.00	10.00	10.00
7. Ronstar 25 EC	8.25	7.00	6.75	6.25	5.25	4.75
8. Ronstar 25 EC sp. Ronstar 25 EC	8.75	7.00	7.00	9.25	7.25	6.50
9. Goal sp. Stam LV-Sp.	10.00	6.25	1.50	8.50	8.50	7.50
10. *Stam LV-Sp.				5.25	4.75	4.50

DDA = Días después de aplicado

sp = Seguido por

\* Práctica del agricultor

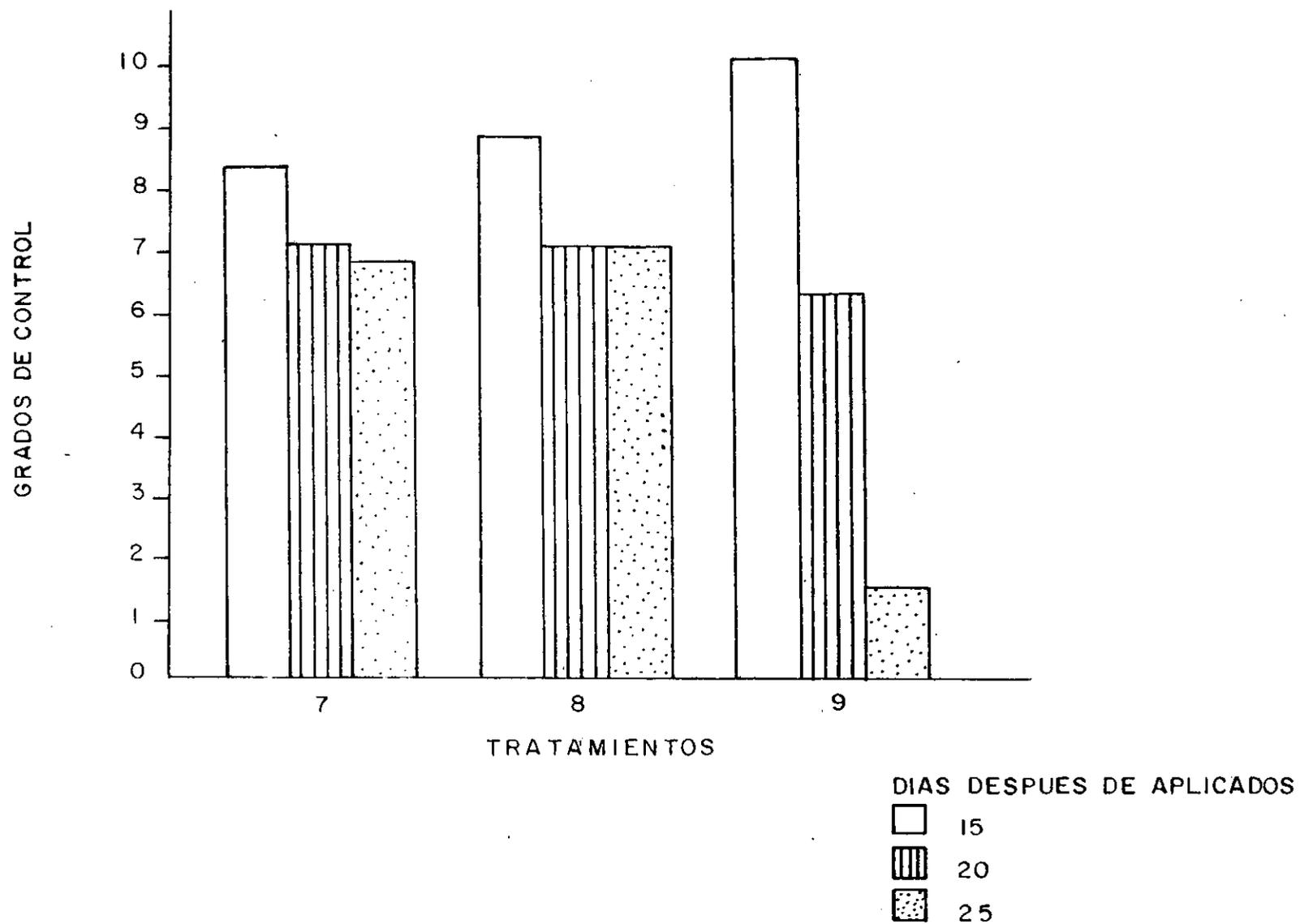


GRAFICA 2 CONTROL DE MALEZAS OBSERVADO DURANTE LOS PRIMEROS 25 DIAS DE APLICADOS LOS TRATAMIENTOS POST EMERGENTES Y ACCION RESIDUAL DE RONSTAR 25 EC

sobre las malezas fue igualmente eficaz hasta los 40 días de sembrado el cultivo. Sin embargo, produjo daños a la planta de arroz en forma de quemaduras al follaje, con índices de 7.5 (daño severo) durante los primeros 5 días posteriores a su aplicación; grado 3.0 (daño leve) a los 15 días, desapareciendo los efectos tóxicos casi totalmente (grado 0.25), al finalizar las lecturas, Cuadro 4 y Gráfica 1. Finalmente, puede observarse en el mismo cuadro y en la gráfica 3, que el tratamiento 7: Ronstar 25EC aplicado en pre-emergencia total, reporta índices de control similares a los del tratamiento 8, los cuales al interpretarse clasifican dentro de la escala, como determinantes de un control de malezas muy bueno hasta los 25 días. No obstante, el efecto residual de este tratamiento presenta un comportamiento decreciente hasta alcanzar, 50 días después de su aplicación, un grado de 4.75 (regular control), al finalizar las lecturas de evaluación, Cuadro 5 y Gráfica 2.

Con el fin de complementar la información sobre el grado de control de malezas ejercido por cada tratamiento, en el Cuadro 6 se registran los datos de producción de biomasa seca de malezas: Gramíneas, Cyperaceas y de Hoja Ancha, existentes en cada unidad experimental a los 60 días de iniciado el estudio. El análisis de varianza de estos datos mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos y un coeficiente de variación de 10.43%, Cuadro 7.

En la comparación de medias, aplicando la prueba de Tukey, el tratamiento 11 (Testigo Mecánico), fue como era de esperarse, el que reportó la menor cantidad de biomasa, siendo en ese sentido el tratamiento estadísticamente superior. Le siguen, en su orden, los tratamientos: Herbax



GRAFICA 3 CONTROL DE MALEZAS OBSERVADO DURANTE LOS PRIMEROS 25 DIAS DE APLICADOS LOS TRATAMIENTOS PRE EMERGENTES

CUADRO 6. - Peso de biomasa seca de las distintas malezas a los sesenta días  
(grs/m<sup>2</sup>)

Tratamientos	Bloques				Media grs/m <sup>2</sup>
	I	II	III	IV	
1. Ronstar PL (5 litros/ha)	37	51	63	45	49.0
2. Ronstar PL (4 litros/ha)	57	50	34	43	46.0
3. Prowl 500 E + Stam LV-Sp.	61	44	32	55	48.0
4. Prowl 500 E + Herbax LV-30	75	67	43	55	60.0
5. Stam LV-Sp. + Basagram M-60	59	52	37	40	47.0
6. Herbax LV-30 + Tordón 101	43	26	29	34	33.0
7. Ronstar 25 EC	67	59	86	66	69.5
8. Ronstar 25 EC sp Ronstar 25 EC	46	76	68	54	61.0
9. Goal SP Stam LV-Sp	45	57	62	32	49.0
10. *Stam LV-Sp.	72	49	87	70	69.5
11. Testigo mecánico	00	00	00	00	00.0
12. Testigo absoluto	190	129	209	156	171.0

sp. = Seguido por

\* = Práctica del agricultor

CUADRO 7. Análisis de varianza del peso de biomasa seca de las distintas malezas

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fc
Bloques	7.30	3	2.43	4.26 NS
Tratamientos	319.78	11	29.07	51.00 **
Error	18.73	33	0.57	
Total	345.81	47		

C.V. = Coeficiente de variación: 10.43%

NS = No significativo

\*\* = Diferencias altamente significativas

LV-30 + Tordón 101, Ronstar PL, en dosis de 4 litros de producto comercial por hectárea, Stam LV-Sp + Basagram- M60, Prowl 500E + Stam LV-Sp, Goal seguido por la aplicación de Stam LV-Sp, y Ronstar PL, a razón de 5 lts/ha, los cuales forman el segundo grupo estadísticamente superior con respecto al resto de tratamientos investigados, Cuadro 8.

#### VII.4 SOBRE EL RENDIMIENTO

En el Cuadro 9 aparecen los datos de rendimiento expresados en toneladas métricas por hectárea, de arroz en cáscara, limpio y al 14% de humedad. El análisis de varianza no determinó diferencias significativas entre bloques y sí altamente significativas entre tratamientos, Cuadro 10.

La comparación de medias de rendimiento, Cuadro 11 y Gráfica 5, indica que todos los tratamientos químicos y el Testigo Mecánico son estadísticamente iguales entre sí y superiores al Testigo Absoluto (sin deshierbar).

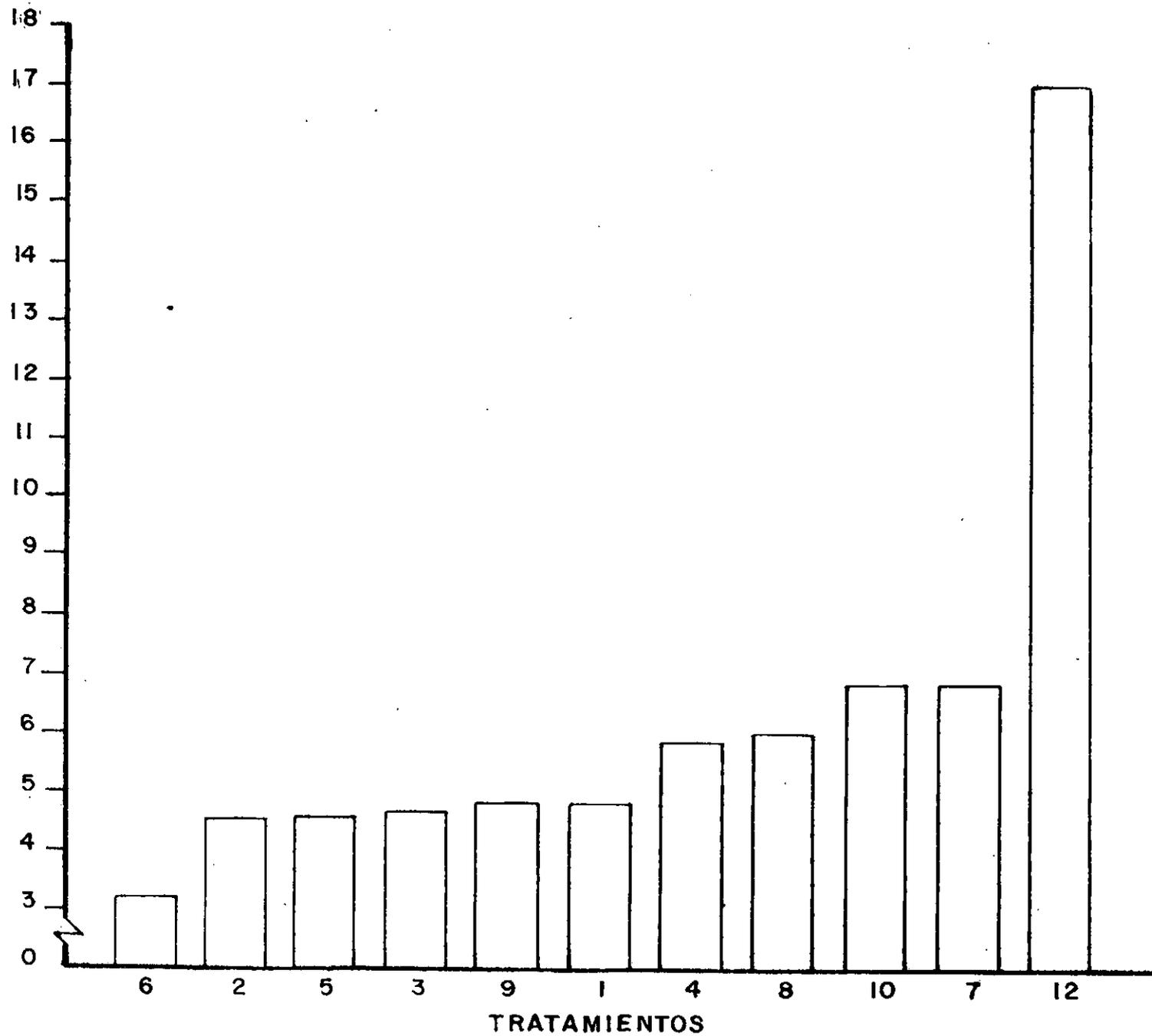
Sin embargo, puede observarse en el Cuadro 9 que existen diferencias relativas en rendimiento entre los tratamientos considerados superiores. En ese sentido, el rendimiento más alto 7.74 tm/ha, corresponde a la combinación Prowl 500E + Stam LV-Sp, en dosis de 2.0 + 6.0 litros por hectárea de producto comercial, aplicado en postemergencia temprana (malezas de 2 y 3 hojas). Este tratamiento superó al Testigo Absoluto (sin deshierbar) en 4.43 tm/ha. Este último, consecuentemente, produjo en promedio la mayor cantidad de biomasa seca ( $171 \text{ grs/m}^2$ ), lo cual es

CUADRO 8. Comparación de medias de biomasa de las distintas malezas mediante la prueba de Tukey y reducción de peso en % con relación al testigo absoluto

Tratamiento	$\bar{X}$	Tukey al 1%	Reducción por Efecto de Control
11. Testigo mecánico	00.00	a	100.00
6. Herbax LV-30 + Tordon 101	33.00	b	89.70
2. Ronstar PL (4 litros)	46.00	bc	73.10
5. Stam LV-Sp. +Basagram M-60	47.00	bc	72.52
3. Prowl 500 E. + Stam LV-Sp	48.00	bc	71.93
9. Goal sp Stam LV-Sp	49.00	bc	71.35
1. Ronstar PL (5 litros)	49.00	bc	71.35
4. Prowl 500 E + Herbax LV-30	60.00	c	64.92
8. Ronstar 25 EC sp Ronstar 25 EC	61.00	c	64.33
10. Stam LV-Sp (Práctica del agr)	69.50	c	59.36
7. Ronstar 25 EC	69.50	c	59.36
12. Testigo absoluto	171.00	d	00.00

sp = Seguido por

$\bar{X}$  = Peso promedio de biomasa (grs/m<sup>2</sup>)



GRAFICA 4 PRODUCCION PROMEDIO (Grs./M<sup>2</sup>) DE BIOMASA POR TRATAMIENTO

CUADRO 9. Rendimientos medio de arroz en granza al 14% humedad (tm/ha)

Tratamientos	Bloques				$\bar{X}$
	I	II	III	IV	
1. Ronstar PL (5 litros/ha)	3.87	8.25	6.41	7.50	6.51
2. Ronstar PL (4 litros/ha)	5.69	7.03	7.92	8.34	7.24
3. Prowl 500 E + Stam LV-Sp	7.66	6.76	8.21	8.34	7.74
4. Prowl 500 E + Herbax LV-30	7.87	6.08	7.32	6.83	7.03
5. Stam LV-Sp. + Basagram M-60	7.84	6.40	6.95	7.85	7.26
6. Herbax LV-30 + Tordón 101	6.72	7.35	8.16	4.97	6.80
7. Ronstar 25 EC	7.86	7.11	6.54	8.13	7.41
8. Ronstar 25 EC sp. Ronstar 25 EC	6.72	4.08	4.55	6.99	6.33
9. Goal sp. Stam LV-Sp.	7.78	6.45	8.16	7.43	7.46
10. *Stam LV-Sp.	4.72	9.24	7.69	7.55	7.30
11. Testigo mecánico	8.14	6.40	7.10	7.44	7.27
12. Testigo absoluto	0.91	4.26	4.42	3.64	3.31

sp. = Seguido por

\* = Práctica del agricultor

CUADRO 10. Análisis de varianza de los datos de rendimiento de arroz en granza (tm/ha)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fc
Bloques	4.12	3	1.37	0.92 NS
Tratamientos	60.47	11	5.49	3.70 **
Error	48.99	33	1.48	
Total	113.60	47		

C.V. = Coeficiente de variación: 17.90%

\*\* = Diferencias altamente significativas

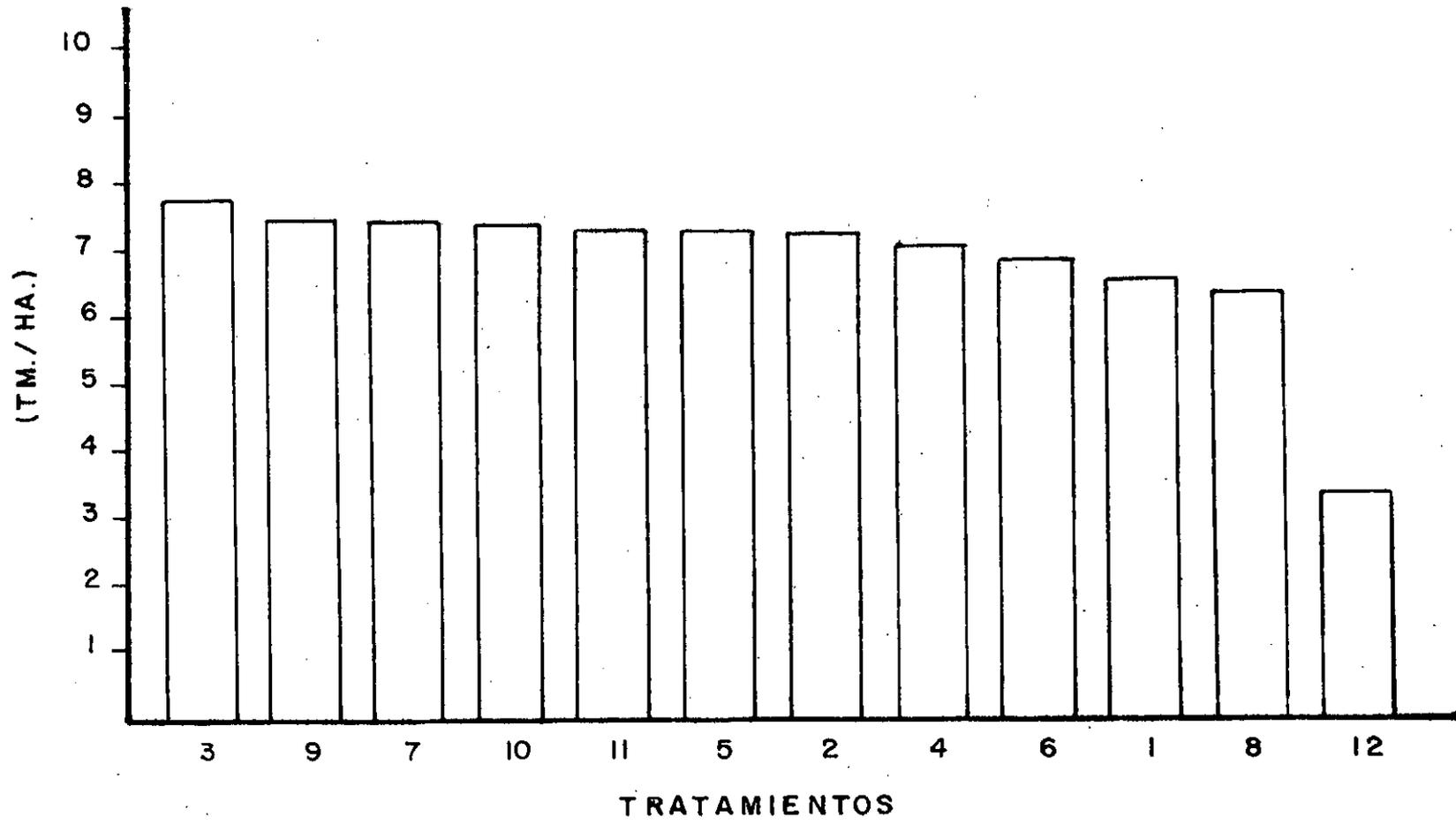
NS = No significativo

CUADRO 11. Comparación de medias de rendimiento, reducción del rendimiento en relación al mejor tratamiento (tm/ha).

Tratamiento	$\bar{X}$	Tukey al 1%	Reducción por Efecto de Control
3. Prowl 500 E + Stam LV-Sp	7.74	a	0.00
9. Goal sp Stam LV-Sp	7.46	a	3.62
7. Ronstar 25 EC	7.41	a	4.26
10. *Stam LV-Sp	7.30	a	5.68
11. Testigo mecánico	7.27	a	6.07
5. Stam LV-Sp + Basagram M-60	7.26	a	6.20
2. Ronstar PL (4 litros)	7.24	a	6.46
4. Prowl 500 E + Herbax LV-30	7.03	a	9.17
6. Herbax LV-30 + Tordón 101	6.80	a	12.14
1. Ronstar PL (5 litros)	6.51	a	15.89
8. Ronstar 25 EC sp Ronstar 25 EC	6.33	a	18.22
12. Testigo absoluto	3.31	b	57.24

sp = Seguido por

\* = Práctica del agricultor



GRAFICA 5. RENDIMIENTO PROMEDIO ( TM./HA.) POR TRATAMIENTO.

concordante con la reducción en un 57.24% del rendimiento, con respecto al mejor tratamiento. Estos datos concuerdan con los resultados que otros investigadores encontraron y que se refieren al efecto nocivo de las malezas sobre los rendimientos potenciales del cultivo de arroz (1, 3, 5 y 12).

En el mismo Cuadro 9, puede verse también, que además del tratamiento que reporta el mayor rendimiento, superan al Testigo Mecánico en ese sentido, los tratamientos: Ronstar 25 EC (Preemergente) y la combinación de Goal en preemergencia total, seguido por la aplicación en post-emergencia de Stam LV-Sp.

## VII.5 DEL ANALISIS ECONOMICO

Basado en los rendimientos unitarios y los costos de producción, Cuadro 12, éste determinó que la más alta relación beneficio-costo, 1.14, corresponde al tratamiento 3: Prowl 500 E + Stam LV-Sp, con el cual se obtiene un rendimiento de 7.74 tn/ha, a un costo de Q.795.77. En este sentido, el tratamiento 10, que identifica la práctica usual del agricultor arrocero de la zona, ocupa el segundo lugar, con una relación beneficio-costo de 1.13.

Los otros tratamientos que destacan en el análisis son: Ronstar 25 EC aplicado una sola vez en preemergencia (tratamiento 7), Goal seguido por la aplicación de Stam LV-Sp. (tratamiento 9), y Ronstar PL en dosis de 4.0 lts/ha, los cuales reportan una relación beneficio-costo de 1.04, 1.02 y 1.02, respectivamente. En el mismo Cuadro puede observarse que la relación beneficio-costo de los tratamientos químicos es superior a la del Testigo Mecánico (trata-

miento 11), con excepción de Ronstar 25 EC en pre emergencia, seguido por una segunda aplicación de éste en post-emergencia (tratamiento 8). Asimismo, puede observarse que los costos de producción de los tratamientos químicos son inferiores que los del Testigo Mecánico.

CUADRO 12. Análisis económico por tratamiento, en base a los rendimientos medios de 4 repeticiones

Tra tamientos	Costo Total de Producción	Rendimiento tm/ha	Ingreso Bruto	Beneficio Q./ha	Relación B/C
1. Ronstar PL (5 litros)	809.38	6.51	1432.80	622.82	0.77
2. Ronstar PL (4 litros)	790.59	7.24	1592.80	802.21	1.02
3. Prowl 500 E + Stam LV-Sp.	795.77	7.74	1702.80	907.03	1.14
4. Prowl 500 E + Herbax LV-30	791.56	7.03	1546.60	755.04	0.95
5. Stam LV-Sp + Basagram M-60	843.73	7.26	1597.20	753.47	0.89
6. Herbax LV-30 + Tordón 101	765.32	6.80	1496.00	730.68	0.95
7. Ronstar 25 EC	799.99	7.41	1630.20	830.21	1.04
8. Ronstar 25 EC sp Ronstar 25 EC	880.56	6.33	1392.60	512.04	0.58
9. Goal sp Stam LV-Sp	810.26	7.46	1641.20	830.94	1.02
10. *Stam LV-Sp	754.43	7.30	1606.00	851.57	1.13
11. Testigo mecánico	925.61	7.27	1599.40	673.79	0.73
12. Testigo absoluto	700.61	3.31	728.20	27.59	0.04

sp = Seguido por

\* = Práctica del agricultor

Precio de venta: Q.220.00/TM (arroz granza)

## VIII. CONCLUSIONES

De conformidad con los resultados expuestos y bajo las condiciones agro-climáticas que prevalecieron en la región durante el desarrollo del presente estudio, se puede concluir en lo siguiente:

1. Las malezas predominantes y de mayor importancia en el área investigada son: Fimbristilis annua, Murdania nudiflora y Echinochloa colonum.
2. Ronstar 25 EC y Goal en la dosis evaluadas y aplicados en preemergencia total, no afectan la viabilidad de la semilla ni producen toxicidad a las plántulas de arroz.
3. La mezcla de Herbax LV-30 + Tordón 101, produce daños severos a la planta de arroz en los primeros veinticinco días posteriores a su aplicación.
4. Se confirma que las malezas pueden controlarse eficazmente con la aplicación de herbicidas adecuados.
5. Los índices de control de malezas observados 25 días después de aplicados los tratamientos preemergentes, concluyen que Ronstar 25 EC fue el que ejerció el mejor control.
6. Los tratamientos postemergentes que combinaron Propanil con Tordón 101, Prowl 500 E y Basagram M-60, dieron los mejores controles.
7. La mezcla de Herbax LV-30 con Tordón 101, fue el tratamiento que produjo la menor cantidad de biomasa seca, 33 grs/m<sup>2</sup>.

8. El análisis estadístico de los datos de rendimiento concluye que todos los tratamientos químicos y el Testigo Mecánico son iguales entre sí y superiores al Testigo Absoluto (sin deshierbar).
9. El rendimiento más alto, 7.74 tm/ha, corresponde a la combinación de Prowl 500 E con Stam LV-Sp, superando en 4.3 tm/ha al Testigo Absoluto.
10. El efecto nocivo de la alta competencia de las malezas sobre el cultivo de arroz es evidente en el Testigo Absoluto, al reducirse el rendimiento en un 57.24 %, con respecto al mejor tratamiento químico.
11. Todos los tratamientos químicos, excepto Ronstar 25 EC aplicado en pre y postemergencia (tratamiento 8), superaron al control mecánico en cuanto a la relación beneficio-costo, justificándose con ello el uso de herbicidas adecuados que favorecen la rentabilidad del cultivo de arroz.
12. El tratamiento que ofrece la mayor relación beneficio-costo es Prowl 500 E + Stam LV-Sp.

## IX. RECOMENDACIONES

En base al análisis de los resultados expuestos y a las condiciones que prevalecen en el área investigada, pueden formularse las siguientes recomendaciones:

1. Promover el uso generalizado de productos herbicidas de acción pre y postemergente para el control de malezas en el cultivo de arroz, en lugar del control mecánico.
2. Si se quiere maximizar el rendimiento, es conveniente efectuar un buen control de malezas en los primeros 30 días de crecimiento del arroz.
3. Si se considera el aspecto económico de los tratamientos investigados, la mejor alternativa es aplicar Prowl 500 E en mezcla con Stam LV-Sp, en dosis de 2.0 + 6.0 litros/ha, en postemergencia temprana.
4. Continuar las evaluaciones de las nuevas formulaciones herbicidas disponibles, con el objeto de encontrar y poner en práctica mejores alternativas para el agricultor que se dedica a la producción de arroz.

**ANEXO**

## XI. BIBLIOGRAFIA

1. BAYER. Compendio fitosanitario. Leverkusen, Alemania, 1972. v. 1.
2. CARDENAS, J., REYES, C.E. y DOLL, J.D. Malezas tropicales. Bogotá, Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario, 1972. 341 p.
3. COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. El arroz en Colombia; la lucha contra las malezas. Agricultura de las Américas, 21(13): 20-21, 1972.
4. CURTIS, J.T. y McINTOSH, R.P. An upland forest continuum in the prairieforest borfen region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496. 1951.
5. ESPINOZA, E. Ensayo de competencia y de control de malezas en arroz. In: Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 17a. Panamá, Panamá. 1971. p. 15.
6. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Contribución estadística para el estudio de arroz. Guatemala, 1951. p. 26 (mimeo).
7. -----. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. Programa de granos básicos. Plan operativo 1971. Guatemala, 1970. 128 p. (mimeo).
8. -----. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Datos meteorológicos. Año 1982. Guatemala, 1983. p. 46.
9. HOLDRIGE, L.R. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura - SCIDA, 1958. p. 19.
10. JAMES, L.R. Herbicide handbook of the Weed Science Society of America. U.S. Weed Science Society of America. 1974. 430 p.
11. MORTENSEN, E. y BULLARD, E. Horticultura tropical y subtropical. 2a. ed. Trad. por: José Meza Fallner. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1971. 182 p.

12. PAZOS M., W.R. Evaluación de herbicidas selectivos de acción pre y postemergentes en el cultivo de arroz. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, 1981. 7 p. (mimeo).
13. ----- . El cultivo de arroz en Guatemala. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, 1983. 15 p. Folleto Técnico 22.
14. PRIMO YUFERA, E. y CUÑAT BROSETA, P. Herbicidas y fitoreguladores. 2a. ed. Madrid, España, Aguilar. 1968. 300 p.
15. RAMIREZ B., J. Aportaciones para la producción de arroz en Guatemala. Guatemala, Instituto Técnico de Agricultura, 1972. 49 p. (mimeo). (Tópico para la prueba de temario de los alumnos del 6o. semestre del Instituto Técnico de Agricultura).
16. SIERRA F., J. Principios de selectividad de herbicidas. Temas de orientación agropecuaria, No. 84:31, No. 85:39, 1973.
17. SIMMONS, C.S., TARANO, S.M. y PINTO, J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Traducción de Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José Pineda Ibarra, 1959. 1,000 p.
18. VALLE, J.M. Copias del curso de control de malezas. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1973. s.p.



*Agro Ramirez S*

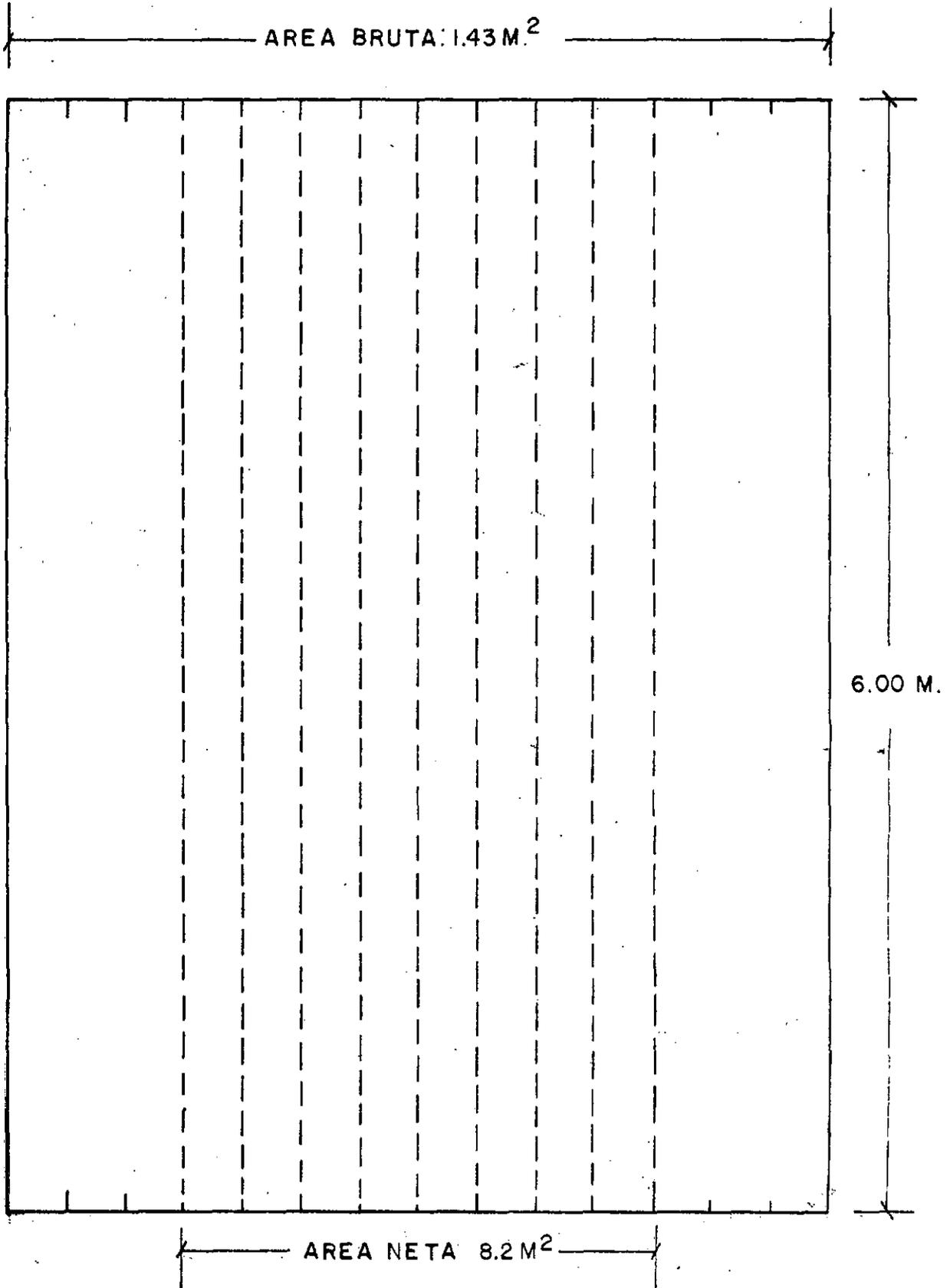


FIGURA I ESQUEMA DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

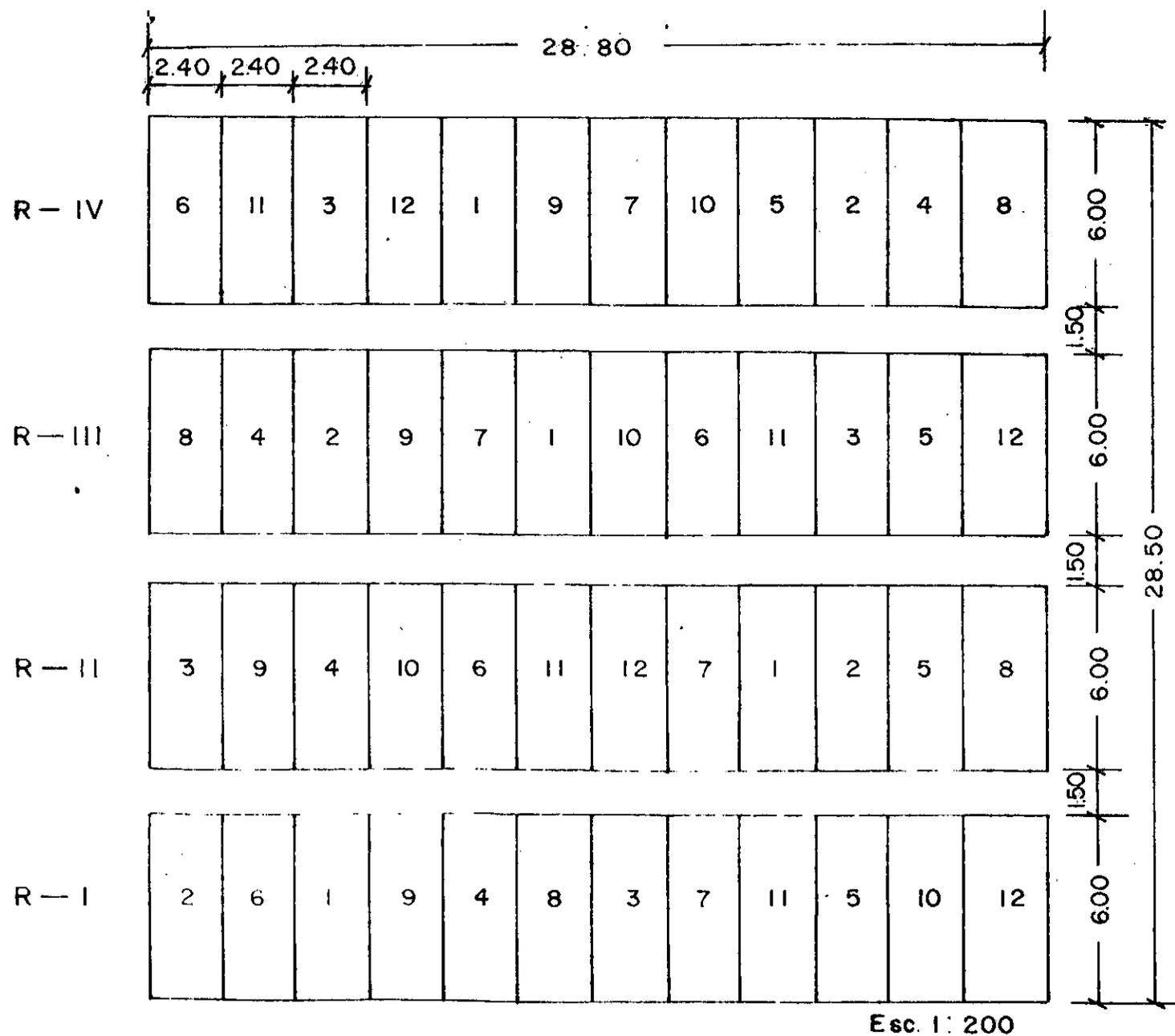


FIGURA 2 DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



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

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

I M P R I M A S E

ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.  
D E C A N O

