

"DETERMINACION DEL NUMERO DE RIEGOS EN PAPA  
(Solanum tuberosum L.), VAR. WHITE ROSE"

T E S I S

Sometida a la consideración de la  
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

Por

Elías Martínez Barrera

Como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo con especialidad en Irrigación

Enero de 1983

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

# I N D I C E

	Pag.
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION .. .. .	3
LITERATURA REVISADA .. . . .	5
MATERIALES Y METODOS.....	14
RESULTADOS .. . . .	23
DISCUSION .. . . .	34
CONCLUSIONES.....	37
BIBLIOGRAFIA.....	39
APENDICE .. . . .	43

INDICE DE CUADROS Y GRAFICAS

	Pag.
Cuadro 1. <i>Tratamientos de humedad evaluados en el cultivo de la papa .....</i>	15
Gráfica 1. <i>Calibración de sifones de 1.5" de diámetro.</i>	19
Croquis 1. <i>Croquis y claves utilizadas en el experimento.....</i>	20
Cuadro 2. <i>Calidad de tubérculos según sus calibres...</i>	21
Cuadro 3. <i>Características físicas del terreno experimental, para los tratamientos de humedad. - Ciclo 1982-82.....</i>	22
Cuadro 4. <i>Número de días en que aparecieron algunas etapas fenológicas de la papa, variedad White Rose, Valle de Maneadero, B.C. 1982.....</i>	28
Cuadro 5. <i>Humedad aprovechable en el suelo, antes de aplicar el riego, a 30 cm de profundidad...</i>	29
Cuadro 6. <i>Láminas parciales, totales y eficiencias de riego obtenidas en los tratamientos estudiados.....</i>	30
Cuadro 7. <i>Rendimiento en ton/ha en relación a calidad de tubérculo, total comerciable y rezaga, - así como rendimientos totales y significancia estadística (Tikey 5%) en los diferentes tratamientos de humedad. Ciclo Primavera-Verano 1982.....</i>	33
Cuadro 8. <i>Análisis de varianza para la primera calidad.....</i>	44
Cuadro 9. <i>Análisis de varianza para la segunda calidad.....</i>	44

	Pag.
Cuadro 10. Análisis de varianza para la tercera calidad.....	45
Cuadro 11. Análisis de varianza para rendimiento comercial.....	45
Cuadro 12. Análisis de varianza para la rezaga.....	46
Cuadro 13. Análisis de varianza para la producción total.....	46
Cuadro 14. Relación de costos fijos y variables, beneficio bruto y neto, para los tratamientos de humedad en papa. Ciclo primavera-verano 1982.....	47
Gráfica 2. Relación de costos variables y beneficios netos para obtener los tratamientos no dominados. Ciclo primavera-verano 1982.....	48
Cuadro 15. Análisis marginal de los tratamientos de humedad no dominados en papa. Ciclo primavera-verano 1982.....	49
Gráfica 3. Rendimiento de tubérculo de primera calidad para los diferentes tratamientos de humedad. Ciclo primavera-verano 1982.....	50
Gráfica 4. Rendimiento de tubérculo de segunda calidad para los diferentes tratamientos de humedad. Ciclo primavera-verano 1982.....	51
Gráfica 5. Rendimiento de tubérculo de tercera calidad para los diferentes tratamientos de humedad. Ciclo primavera-verano 1982.....	52
Gráfica 6. Producción comerciable (1a. 2a. y 3a. calidad de tubérculo) de papa en los diferentes tratamientos de humedad. Ciclo primavera-verano 1982.....	53

Gráfica 7.	Rendimiento de Rezaga (4a. monos y podridos) en los diferentes tratamientos de humedad. Ciclo primavera-verano 1982.....	54
Gráfica 8.	Producción total (1a. 2a., 3a. y Rezaga) de papa en los diferentes tratamientos de humedad. Ciclo primavera-verano 1982.....	55
Gráfica 9.	Porcentaje de número de fruto por tratamiento para las tres calidades y rezaga. Ciclo primavera-verano 1982.....	56
Gráfica 10.	Eficiencia en la utilización del agua de riego, en función de la producción de tubérculo comercial por MM3 de agua aplicado, en los diferentes tratamientos de humedad. Ciclo -- primavera-verano 1982.....	57
Gráfica 11.	Curva de esfuerzo de humedad del suelo.....	58
Gráfica 12.	Temperaturas máximas, medias y mínimas diarias registradas durante el ciclo del cultivo. Ciclo primavera-verano 1982. ....	59
Gráfica 13.	Evaporación y precipitación diaria registrada durante el ciclo del cultivo. Ciclo primavera-verano 1982.....	60

## R E S U M E N

La papa ocupa el quinto lugar entre los principales cul  
tivos alimenticios del mundo y es superada solamente por gra  
míneas como: trigo, arroz, maíz y cebada.

En los últimos 6 años, el Estado de Baja California Nor  
te, registró una superficie promedio anual de 1,338 ha, ocu-  
pando el Municipio de Ensenada arriba del 90% de esta super-  
ficie.

Tomando en cuenta que las prácticas de riego están basa-  
das en experiencia de los productores y al no contar hasta  
el momento con estudios referentes a conocer las necesidades  
hídricas del cultivo, este trabajo se enfocó a determinar --  
los requerimientos hídricos y el programa de riegos más ade-  
cuado para el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.), va-  
riedad White Rose.

El experimento se realizó en el Valle de Maneadero, si  
tuado en el Municipio de Ensenada en 1982.

Los tratamientos que se evaluaron fueron: dos frecuen-  
cias de riego antes de inicio de floración (23-15 días) y --  
tres después de inicio de floración (7, 14 y 19 días), toman  
do en cuenta que el inicio de floración en este cultivo se -  
presenta 45-50 días después de la siembra. Resultando un to-  
tal de seis tratamientos de la combinación de éstos.

El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con cuatro repeticiones, la parcela experimental fue de 10 - surcos a 0.90 mts. de separación y 10 mts. de largo, la separación entre plantas fue de 0.30 mts.

Las variables estudiadas fueron: Rendimiento comercial (1a, 2a. y 3a. calidad de tubérculo), Rendimiento rezaga y - Producción total en ton/ha, analizándose todo estadísticamente, realizándose además un análisis económico.

El análisis estadístico de los rendimientos mostró que hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos, sobresaliendo las frecuencias de 15-7 días y 23-7 - días antes y después de inicio de floración respectivamente, con rendimientos de 32.87 y 31.66 ton/ha, comportándose estadísticamente iguales (Tukey 0.05).

El análisis económico indicó que el mejor tratamiento - fue las frecuencias de 23-7 días antes y después de inicio - de floración respectivamente, con 10 riegos, una lámina de - 61.8 cm y un rendimiento comercial de 31.66 ton/ha, se concluye que antes de inicio de floración es más conveniente - utilizar una frecuencia de 23 días para efectos de ahorro de agua y para después de inicio de floración proporcionar riegos ligeros cada 7 días para conservar un nivel adecuado de humedad en el suelo en esta etapa crítica del cultivo.



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

La papa es la planta dicotiledónea más importante como fuente de alimentación humana, ocupa el quinto lugar entre los principales cultivos alimenticios del mundo y es superada solamente por gramíneas como: trigo, arroz, maíz y cebada.

El área de papa que se cultiva en el mundo, es de alrededor de 22 millones de hectáreas, con una producción promedio de 13.3 ton/ha.

La superficie dedicada al cultivo de papa a nivel nacional, durante los últimos 6 años (1975-81) registró una media anual de 66,913 ha, con un rendimiento promedio de 12.37 ton/ha, siendo los principales estados productores: Edo. de México, Puebla, Sinaloa, Veracruz y Baja California Norte.

Para el mismo período el Estado de Baja California Norte, registró una superficie promedio anual de 1,338 ha, alcanzándose rendimientos medios de 29.7 ton/ha, siendo el Municipio de Ensenada el que ocupó arriba del 90% del área bajo cultivo.

Para efectos de riego en esta hortaliza, el agua proviene del subsuelo extraída mediante pozos profundos principalmente, se aplican de 7 a 9 riegos donde los intervalos entre éstos fluctúan de 30 a 15 días, aplicándose volúmenes/ha que van desde 6100 a 8700 m<sup>3</sup>/ha totales, se utiliza el Sistema de Gravedad con método de Riego en Surcos. Las prácticas de riego anteriormente descritas están basadas en la experiencia de

los mismos productores, y no obstante la importancia de esta práctica agronómica, hasta el momento no se cuenta con estudios que determinen los requerimientos hídricos necesarios para obtener los máximos rendimientos.

Como alternativa de solución principalmente del cuando y cuanto regar para que el cultivo muestre su máximo potencial de rendimiento, se planteó el presente trabajo de investigación cuyos objetivos son: determinar los requerimientos hídricos y establecer el programa de riegos más eficiente para este cultivo.

## LITERATURA REVISADA

### Origen

La planta de papa (Solanum tuberosum L.), es originaria de las cordilleras de los Andes del Perú, de donde ha sido llevada a casi todas las partes del mundo. (24).

Antes de 1573, fue introducida a España donde fuera mencionada por primera vez como fuente de alimento. (10).

### Clasificación taxonómica

La papa pertenece a la familia de las solanáceas, en la cual se incluyen otras hortalizas como: tomate, tabaco, tomate de hoja, berenjena, etc. (21).

Reino: Vegetal

División: Embryophyta siphonogama

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Especie: tuberosum

### Descripción botánica

La papa es una planta anual de tipo herbáceo que alcanza una altura de 40 a 80 cm, cuyo ciclo de vida fluctúa entre 3 y 5 meses dependiendo de las variedades y zonas donde se cultive, presentando las siguientes características (23).

**Raíz.**- El sistema radicular es fibroso y adventicio, las raíces nacen de los nudos de los tallos situados en el suelo, - en plantas adultadas el sistema radicular es extenso, aunque unas pocas raíces alcanzan de 90 a 120 cm, tanto vertical como lateralmente. La mayor parte de las raíces tienen de 15 a 60 cm de largo y están situadas en la capa superior del suelo, con su mayor densidad en los 7.5 a 10 cm superiores.

**Tallos.**- Los tallos son de dos tipos aéreos y subterráneos, - los aéreos son angulosos, de color verde o púrpura-verdoso, dependiendo de la variedad, los subterráneos son estolones y tubérculos, donde los estolones son aproximadamente del tamaño de un lápiz y crecen lateralmente a una distancia de 2.5 a 10 cm y los tubérculos nacen en la extremidad de los estolones y son cortos, gruesos y carnosos. (5).

**Hojas.**- Son de tipo compuesto, con varios folíolos opuestos y uno grande como terminal. (23). En condiciones húmedas las hojas son anchas y aplanadas, y en condiciones áridas son angostas y en forma de copa o taza. (5).

**Flores y frutos.**- Las flores son pequeñas de color blanco o violáceo reunidas en inflorescencia en corimbo, el fruto es una baya globosa de color verdoso. (14).

#### Factores Ecológicos

**Clima.**- Este cultivo, se caracteriza por una extraordinaria adaptación a condiciones muy diversas de clima (23). Requiere zonas frescas y bastante húmedas en donde la temperatura media anual esté comprendida entre 4.5 a 10°C, no pasan

-do la máxima de 21°C (14). Refiriéndose a la altitud probablemente este cultivo no debe sembrarse a menor de 900 a --- 1200 mts. sobre el nivel del mar, debido a que se desarrolla mejor a temperaturas de 21°C. (17).

Suelos.- Dentro de los mejores suelos para papa se encuentran los orgánicos, fértiles, porosos, profundos y bien drenados; siendo los más indicados los francos, franco-arenosos y franco-limosos (22). Tiene mala adaptación en suelos duros y fuertes que tienden a lo compacto, rechaza cualquier contacto directo con abono fresco, cenizas de leña y cal (6). Israelsen y Hansen comentan lo benigno de los suelos franco-arenosos regados con frecuencia y la preferencia de la siembra de este cultivo en suelos arenosos más que en arcillosos. (12).

Humedad.- Todos los cultivos necesitan agua en cantidades adecuadas para sobrevivir y producir, las plantas están constituidas del 90% de agua. (24). Wolff, citado por Fersini A. en 1978, encontró en un estudio de 1000 partes de hojas maduras y tubérculos de papa, que el agua ocupó el 77 y 75% del total respectivamente. (6).

Kent y Amos en 1956, citados por Vázquez, C.M. en 1982, dicen que en la papa cruda el agua representa las tres cuartas partes de su peso y en las papas hervidas dicho valor es ligeramente superior al 80% (28).

Las cantidades globales de agua que son necesarias para este cultivo en mm/ha son: 1 a 4 por día, 30 a 120 por mes -- (máximo consumo) y 180 a 720 durante todo el período de vegetación (4).

Durante la primera etapa de desarrollo la papa requiere sólo poca agua, pero después y hasta la cosecha el consumo de agua es alto, la cantidad total es de aproximadamente 500 mm/ha. (23).

Del suministro adecuado de agua, especialmente desde la formación de los tubérculos al final de la floración depende el tamaño y forma de éstos, y consecuentemente el rendimiento del cultivo (22).

Winkler en 1961, citado por Beukema y Van Der Zaag, encontró que el cerrado estomatal se inició cuando las hojas perdieron 4-8% de su turgidez y la clausura completa fue --- cuando se perdió del 20-24%, cuando las hojas perdieron del 30-39% se pudieron recuperar sin daño, cuando la pérdida fue de 40% una proporción de las hojas no se recuperaron, siendo el nivel letal perder el 45% de su peso turgente. Además dice que una planta turgente de papa puede transpirar en una hora el 25% de su agua. (1).

El colapso que produce en un tubérculo una falta de humedad no se corrige totalmente con un nuevo aporte de agua, ya que aquél no sigue creciendo normalmente sino que se deforma o se cubre de excrecencias, en caso contrario un exceso de humedad en el suelo produce una falta de aereación, lo que dificulta la respiración de las raíces y estolones, afectando el crecimiento y la tuberización. (22).

Determinar si un suelo tiene un buen drenaje puede ser tan importante como determinar la máxima tensión de humedad

permisible del suelo antes del riego, para este cultivo el máximo agotamiento de humedad tolerado puede ser de 40-50% del agua disponible o una tensión de 0.3 bars. La frecuencia de riego excesiva es más dañina entre la siembra y floración que en las siguientes etapas de cultivo. (1).

La mayoría de los tubérculos y especialmente los de la papa necesitan un nivel adecuado de humedad durante todo el período vital, cuando el terreno se reseca demasiado entre dos riegos los tubérculos adquieren una forma desigual y verrugosa. (12).

El período de consumo máximo de agua se conoce como período crítico del ciclo del cultivo; siendo para esta hortaliza desde la floración hasta tres semanas antes de la cosecha (24).

Letnes (1958), citado por Beukema y Van Der Zaag, en 1979, comprobó en un experimento que la humedad del suelo tiene influencia en la germinación de la semilla (tubérculo), probando bajo tres condiciones de humedad del suelo (seco, otro de humedad normal y saturado), en el primero; los tubérculos pierden peso, la germinación es muy dilatada y el número de brotes es pequeño, en el segundo; la germinación ocurre rápidamente, así como también los brotes producen rápidamente raíces y en el tercero; la semilla decae debido a la escasez de oxígeno, siendo peligroso el riego pesado después de la siembra y lo mejor es sembrar en húmedo. (1).

Paltineanu, R. y Paltineanu, E. (1981), en Rumanía, en un suelo medio-permeable, midieron los requerimientos de agua en el cultivo de la papa Var. *Ontara* y *Desirée* 1969-77 y 1972-77 respectivamente, en los meses de abril y agosto y desarrollándose las plantas en lisímetros. La variedad *Ontara* consumió 332 mm. dando un rendimiento de 47.52 ton/ha y *Desirée* 450.0 mm dando un rendimiento de 51.98 ton/ha. (18).

Jorgensen, V. (1980), en Tinglev, probando distintas frecuencias de riego en diferentes etapas de crecimiento, obtuvo el máximo rendimiento de tubérculo con corto o normal intervalo de riego, durante la formación de tubérculo, combinado con cortos intervalos durante la etapa de desarrollo del mismo. La respuesta de rendimiento fue más baja con intervalos largos durante la formación y desarrollo del tubérculo. Además el más alto porcentaje de tubérculos mayores de 60 mm. de magnitud fue obtenido con intervalos largos durante la formación del tubérculo, combinado con intervalos cortos durante el desarrollo del tubérculo (13).

Shalhevet, et. al. (1979), en el Norte de Negev, Israel, investigando la respuesta a la aplicación de agua en tres variedades de papa (*Moderno*, *Desirée* y *Blanca*); concluyeron que el rendimiento fue linealmente relacionado a la cantidad de agua aplicada, desde 350-750 mm. obteniéndose un máximo rendimiento de 60 ton/ha. (25).

Singh y Grewal (1981), en ensayos con diferentes tensiones de humedad del suelo, encontraron que con una baja ten-



-sión de humedad de 0.5 atm. impuesta durante el período de plantación y poco antes de la iniciación de tubérculos, no hubo efectos adversos en el rendimiento, mientras que a una tensión de 0.75 atm, afectó adversamente el número de tubérculos/planta y la producción. A una tensión de 0.75 atm. impuesta durante el período entre el establecimiento y engrosamiento del tubérculo disminuyeron marcadamente los rendimientos. La tensión de humedad durante el período entre el engrosamiento y maduración, no tuvo efectos adversos sobre el número, tamaño y rendimiento de tubérculo. (26).

Smith, J. (1980), trabajando con frecuencias de riego, variedades y densidades de siembra, concluye en forma general que los cultivos empezaron a sufrir cuando la humedad del suelo alcanzó un déficit del 50% de la capacidad disponible del suelo. (27).

Masareanu, I. (1980), en Secuieni, Alemania, en experimentos de campo, encontró que con altas precipitaciones los rendimientos de tubérculo son muy similares con y sin riego, no siendo así con pocas precipitaciones, añade que aplicando el agua en dos etapas de crecimiento se obtuvieron los siguientes resultados: Aplicar el riego cuando tanto en la primera como en la segunda etapa existiera el 70% de la capacidad de campo y aplicar el riego cuando en la primera etapa existiera el 70% y en la segunda el 50% de la capacidad de campo, en ambos casos para humedecer a las profundidades de 0.4, 0.7 y 1.0 mt, concluyendo que no se encontró significancia en los rendimientos. (16).

Harris, P.M. (1975), indica que la frecuencia de riego, la etapa de desarrollo, así como el control de la abertura del estoma, método y estimación del riego están considerados en relación al efectivo uso del agua, reduciendo al máximo los efectos de esfuerzo de humedad. (9).

Cantar, F. et. al. (1979), en Central Maldivia en 1971-74, dicen que un programa de riego dió 12.8 ton/ha de tubérculo más que otro sin riego, el total de agua de consunción fue de 4500-5000 m<sup>3</sup>/ha, donde el 70% de la demanda de agua la -- aportaron las precipitaciones y el 30% restante el riego (2).

Grygoryan, A. y Gareyan (1979), en Armenia, hicieron un estudio del que resultó que el riego antes de la emergencia dió un rendimiento de 17.13 ton/ha. comparado con 15.3 ton/ha sin riego antes de la emergencia (8).

Popov, V. (1978), en Moscú, Rusia; con experimentos en suelos arenosos, concluye que aplicando la fórmula de fertilización 150-150-180 y manteniendo el contenido de humedad en 75 y 85% de la capacidad de campo durante las diferentes etapas de desarrollo, se obtuvo un promedio de rendimiento de tubérculos de 50.9 ton/ha, siendo el más alto 64.7 ton/ha. (20).

Gastol, J. y Przeobrazenski, J. (1979), en Jadwysin, Polonia, sobre experimentos llevados en campo, dicen que el riego incrementó significativamente el rendimiento, solamente en parcelas de labranza profunda y cultivo completo (7).

Ianosí, S. (1980), en Brasov Rumanía, en un estudio donde probaba la aplicación de riegos y la no aplicación de los mismos en 6 variedades de papa, encontró que en la variedad Magura hubo una disminución en el rendimiento de 21.5 ton/ha en donde no se aplicaron riegos, con respecto a los 58.8 ton/ha que rindió cuando si se efectuaron riegos. De la misma forma en la variedad Menkur hubo un decremento de 22.7 ton/ha en donde no hubo aplicación de riegos, con respecto a las 74.2 ton/ha que rindió cuando si se efectuaron riegos. (11).

Challalah Kulkarmi (1980), en Karnataka, India, en un estudio en el cual se probaron diferentes intervalos de riego - después de haber aplicado 6 riegos a todos los tratamientos, - se encontró que el tratamiento que presentó mayor rendimiento de tubérculo (34.64 ton/ha) fue al que se aplicaron 7 riegos más, con intervalos de 6 a 8 días (3).

Levin I. et. al. (1979), en Bet Dagan, Israel, en un estudio con riego por goteo, donde se probaron diferentes intervalos de riegos (2 a 6 días entre riegos), se encontró que los rendimientos fueron equivalentes a aquellos obtenidos en campos comerciales regados por aspersión, con una considerable reducción en el número de aplicaciones de fungicida a causa de *Phytophthora* (15).

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se desarrolló en una parcela del Valle de Maneadero, situado en el Municipio de Ensenada, B.C., durante el ciclo primavera-verano 1982.

Los tratamientos se formularon tomando en cuenta el inicio de floración del cultivo, la cual ocurre 45-50 días después de la siembra a nivel regional y en la variedad White Rose, misma que se utilizó en el experimento.

Se evaluaron los siguientes tratamientos: dos frecuencias de riego antes de inicio de floración (15-23 días) y tres después de inicio de floración (7, 14 y 28 días), resultando 6 tratamientos de la combinación de éstos. En el entendido que la frecuencia de 28 días después de inicio de floración se efectuó a los 19 días, por presentar altos síntomas de marchitez, además de mostrar el suelo 3.3% de H.A., quedando en definitivo como se ilustra en el cuadro 1.

El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con cuatro repeticiones, la parcela experimental fue de 10 surcos de .90 mt. de separación y 10 mts. de largo, la separación entre plantas fue de 0.30 mts. utilizándose la variedad White Rose. Las variables que se midieron fueron: rendimiento comercial (1a., 2a. y 3a. calidad), dichas calidades según sus calibres se presentan en el cuadro 2, además de rendimiento de rezaga y producción total, analizándose todo estadísticamente. Con los costos de producción y rendi --

-miento comercial se hizo un análisis económico en base a la tasa de retorno marginal de Perrin (19).

CUADRO 1. TRATAMIENTOS DE HUMEDAD EVALUADOS EN EL CULTIVO DE LA PAPA.

TRATAMIENTOS	INTERVALOS DE RIEGO (DIAS)
1. 23-7 DIAS AF <sup>2</sup> y DF <sup>2</sup>	0 <sup>1</sup> -23-23- 7- 7- 7- 7- 7- 7- 7
2. 23-14 "	0 -23-23-14-14-14
3. 23-19 "	0 -23-23-19-19
4. 15-7 "	0 -15-15-15 7- 7- 7- 7- 7- 7- 7
5. 15-14 "	0 -15-15-15-14-14-14
6. 15-19 "	0 -15-15-15-19-19

1. A partir de la siembra

2. AF y DF: Antes y después de inicio de floración.

Inicio de floración 45-50 días después de la siembra.

La preparación de la semilla para siembra fue la siguiente: los tubérculos fueron cortados con cuchillos previamente desinfectados con una solución de agua destilada, alcohol y cloro, en proporción de 8:1:1; ya cortada la semilla se espolvoreó con captán al 10% a razón de 1 kg. por cada 100 kg de semilla, esto para evitar problemas fungosos.

Las labores previas a la siembra fueron: barbecho, doble rastreo y un emparejado con escrepa. El surcado se llevó a cabo con vertederas a una separación de 90 cm. aplicándose el riego

general de presiembra el 5 de abril a todo el lote experimental, para después hacer el parcelamiento.

La siembra se hizo el 10 de abril en húmedo. Se abrió la parte superior del surco, enseguida se fertilizó con la fórmula 180-60-60 en base a resultados anteriores, siendo el cultivo anterior maíz, usando como fuentes: Urea CO (NH<sub>2</sub>) 46% N y triple 17% N, 17% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 17% K<sub>2</sub>O y distribuyéndose en dos aplicaciones; la primera al momento de la siembra con la mitad del N y el total de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, añadiendo 40 kg/ha de Furadán G 5% para evitar problemas de nemátodos; la segunda se efectuó a los 45 días después de la siembra aplicando el resto del N y una segunda aplicación de Furadán G 5% a razón de 20 kg/ha. Inmediatamente después de estas labores se procedió a tapar el fertilizante y nematocida, se colocó la semilla a una separación de 30 cm, efectuando en forma alterna una aplicación de PCNB PH 75% MC (pentacloronitrobenzeno) en dosis de 20 kg/ha.

Las características físicas del terreno experimental se presentan en el cuadro 3, de donde se deduce que la textura corresponde a un suelo de arena migajosa, que es un suelo con buena aereación y de labranza fácil, el valor de conductividad eléctrica es bajo (1.7 mmhos/cm) no presentando problemas para este cultivo como son: inhibición del desarrollo vegetal o un elevado esfuerzo de humedad en el suelo. Tanto la capacidad de campo como el punto de marchitamiento permanente son bajos, características de los suelos arenosos.

El procedimiento para determinar el contenido de humedad en el suelo fue el gravimétrico, muestreando dos días antes - de cada riego, con barrenas tipo Veihmeyer a las profundidades de 0-30, 30-60 y 60-90 cm, secando las muestras a la estufa a 110°C por 24 horas y cuantificando su porcentaje de humedad en base a peso de suelo seco.

Los riegos se aplicaron en surco, de acuerdo a las frecuencias establecidas y con láminas que permitieran llevar al suelo a capacidad de campo.

Para los riegos se utilizaron sifones de 1.5" de diámetro cuyo gasto fue previamente calculado mediante la calibración de los sifones a diferentes cargas hidráulicas por el método volumétrico, como se puede observar en la gráfica 1.

Al momento de aplicar el riego, se utilizan tres sifones por parcela, situándolos en la misma posición y manteniendo una carga hidráulica de 10 cm. luego se procede a nivelar los sifones utilizando sifonímetros cuando se tenía el tirante deseado en el canal de abastecimiento.

El tiempo de riego se calculó de acuerdo al volumen por aplicar, el cual al cumplirse se cortaba o se seguía regando según se observara la uniformidad del riego en las parcelas.

Las malas hierbas que se presentaron fueron: el Coquillo (Cyperus rotundus), Zacate de Agua (Polipogon monospoliensis), Rabanillo (Rhapanus sp.), Chual (Chenopodium album) y Quelite (Amaranthus palmeri), controlándose con dos cultivos en forma

mecánica y deshierbes periódicos con azadón. Además se controlaron plagas como trips (Aphis sp.) y Palomilla de la papa -- (Gnorimoshema operculella), de esta última plaga se tuvo un -- fuerte ataque por haber aplicado hasta dos días después el desvare, en el entendido de que es una plaga controlable y para efectos de esta evaluación no se considera este daño en los resultados.

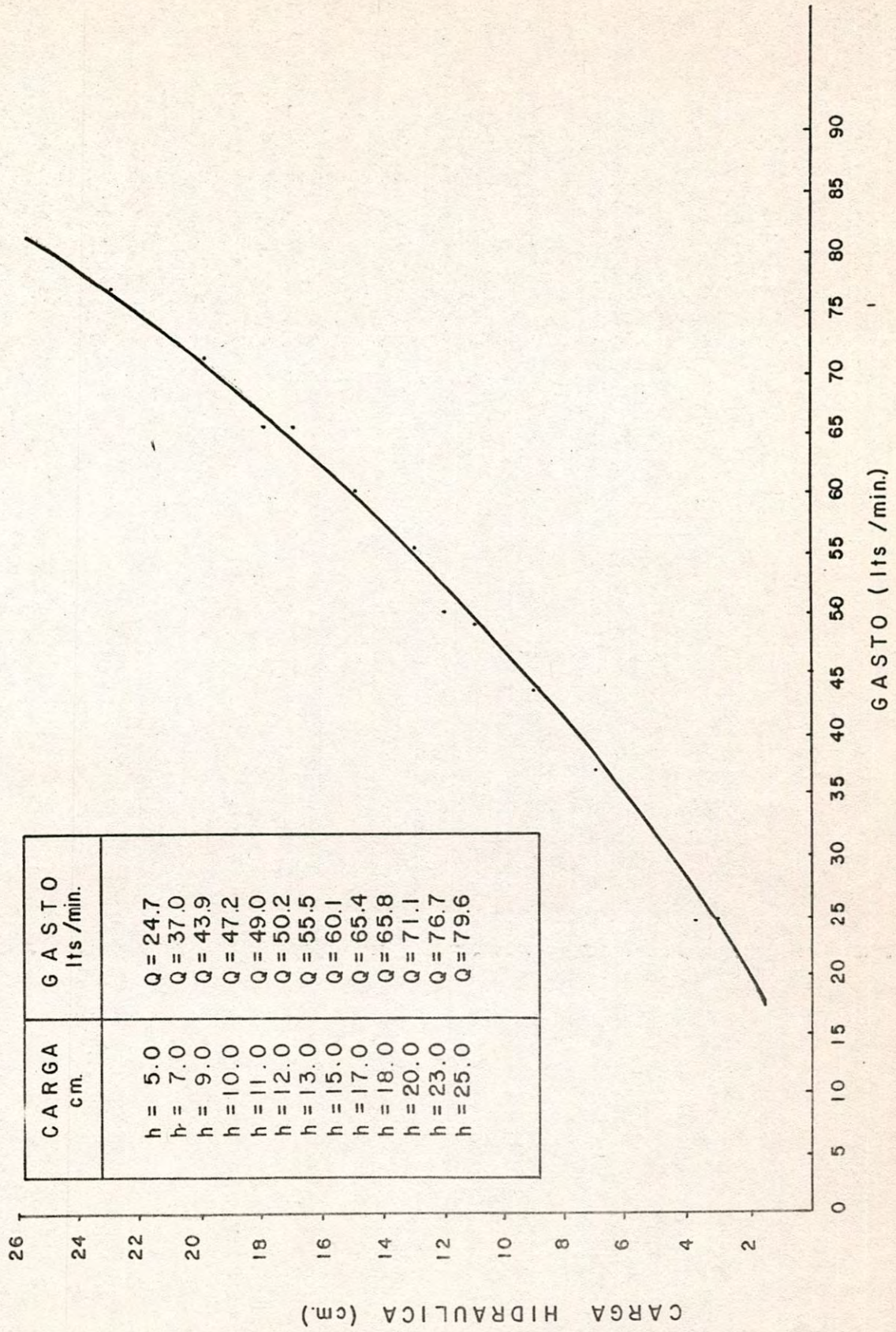
Se realizaron aplicaciones de mezclas de insenticidas -- fungicidas como: Tamarón C.E. 60%, Methamidophos: (0.5-dimetil fosforoamidotiano), Manzate PH 80% (Etileno bisditiocarbonato de manganeso) en dosis de 1.5 lts. + 2 kg/ha respectivamente, y Laccation C.E. 20% fosforoditiato: (0.0 simetil S (4 Opor) - 1, 2, 3 Bensotrianzin-3 (4 H)=il-metilo + Manzate PH-80% en dosis de 2 lts. + 2 kg/ha respectivamente.

Durante el ciclo del cultivo se observaron algunas etapas fenológicas, las cuales se muestran en el cuadro 4, según su fecha de aparición.

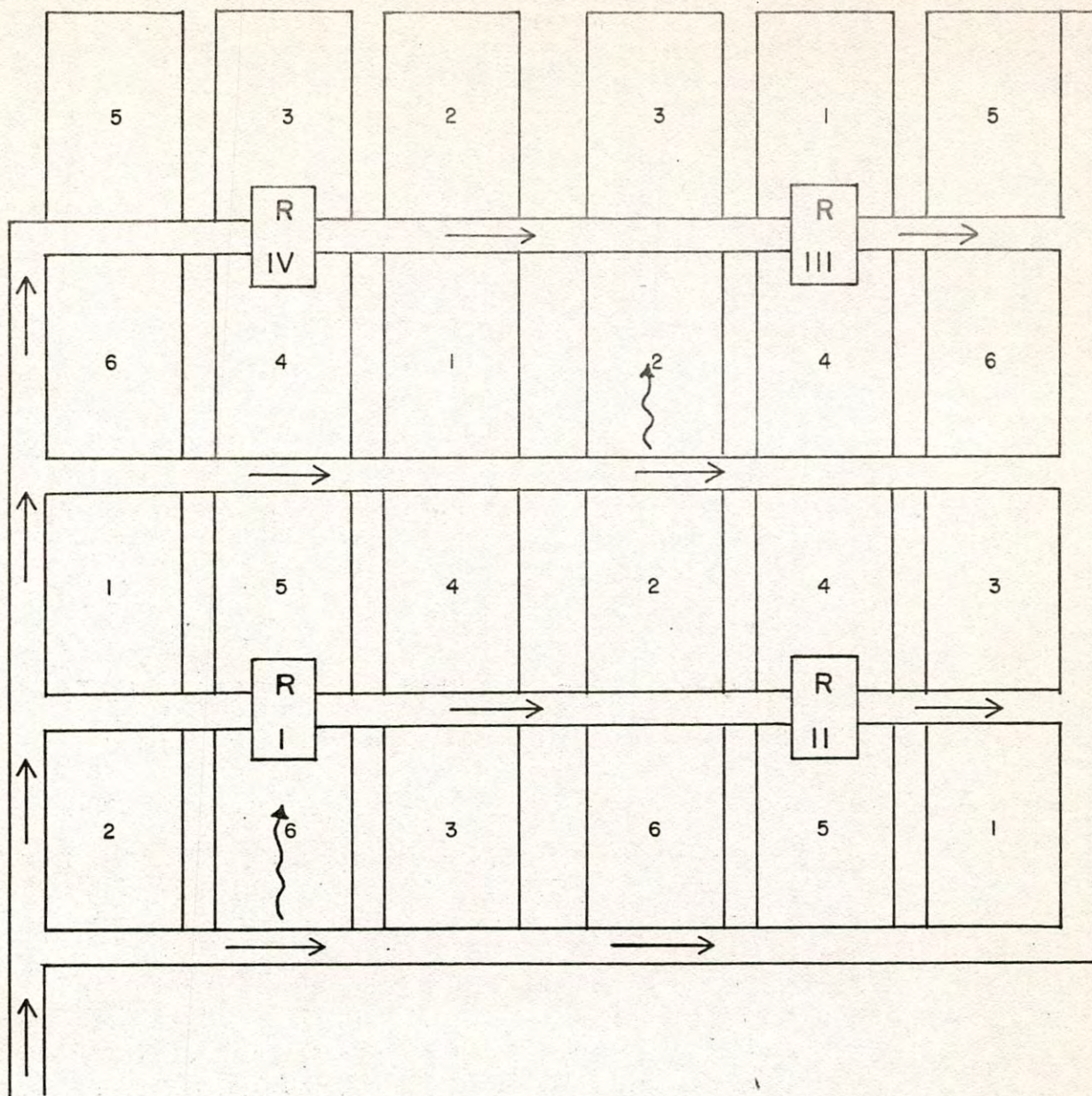
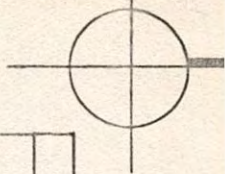
La cosecha se llevó a cabo el dos de agosto, en forma manual, cosechando los dos surcos centrales y eliminando cinco plantas de cada cabecera de surco, y por último haciendo las clasificaciones correspondientes.



GRAFICA 1: CALIBRACION DE SIFONES DE 1.5" (3.85 cm) DE DIAMETRO



# CROQUIS Y CLAVES UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO



- 1.- TRATAMIENTO CON FRECUENCIA DE 23 Y 7 DIAS ANTES Y DESPUES DE INICIO DE FLORACION RESPECTIVAMENTE.
- 2.- " " " " 23 Y 14 " " " " " "
- 3.- " " " " 23 Y 19 " " " " " "
- 4.- " " " " 15 Y 7 " " " " " "
- 5.- " " " " 15 Y 14 " " " " " "
- 6.- " " " " 15 Y 19 " " " " " "

R ( I, II, III, IV ) REPETICIONES

TAMAÑO DE LA PARCELA DE RIEGO: 153.00m<sup>2</sup>

TAMAÑO DE LA PARCELA DE SIEMBRA: 90.00m<sup>2</sup>

→ DIRECCION DEL AGUA EN EL CANAL

~> DIRECCION DE LOS SURCOS

CUADRO 2. CALIDAD DE TUBERCULOS SEGUN LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES.

CATEGORIA	DIAMETRO INFERIOR ( mm )	CARACTERISTICAS
1a.	55-85	Libre de daños, plagas o enfermedades.
2a.	35-55	Idem.
3a.	28-35	Ligeramente deformados.
4a.	28	Igual a la 1a. y 2a.
Monos	Cualquiera	que presentan deformaciones
Podridos	Cualquiera	que presentan pudriciones

Rendimiento comercial = 1a. + 2a. + 3a.

Rendimientos rezaga = 4a. + monos + podridos.

Rendimiento total = Rendimientos comercial +  
Rend. de rezaga.

CUADRO 3. CARACTERISTICAS FISICAS DEL TERRENO EXPERIMENTAL PARA LOS TRATAMIENTOS DE HUMEDAD. CICLO 1982-82.

cm	PORCIENTO						g <sub>t</sub> /cm <sup>3</sup>	mmhos/cm		
	A	L	R	TEXTURA	S <sup>1</sup>	CC <sup>2</sup>			PMP <sup>3</sup>	H.A. <sup>4</sup>
5-30	80.6	12.0	7.8	Arena-Még.	25.0	12.0	6.0	6.0	1.6142	1.7
30-60	82.8	11.4	5.8	Arena-Még.	26.0	10.0	5.0	5.0	1.7692	1.5
60-90	-	-	-	-	25.0	7.0	3.5	3.5	1.8488	1.0

1. Punto de saturación. Determinado por el método de un volumen de pasta conocida.
2. Capacidad de campo. Determinado por el método de la olla de presión.
3. Punto de marchitamiento permanente. Determinado por la fórmula CC/2
4. 100% H.A. obtenido de la relación (CC-PMP)
5. Densidad aparente. Determinado por el método del plástico y barrera volumétrica.
6. En mmhos/cm a 25°C, determinado con el puente de conductividad eléctrica,

## R E S U L T A D O S

Los resultados obtenidos en el experimento se concentran en las gráficas del 2 al 10, además de los cuadros del 7 al 15 en donde se presentan los análisis de varianza y la diferenciación de medias entre tratamientos, utilizándose la prueba de Tukey al 5%.

En el cuadro 5 se muestran los niveles de humedad aprovechable para cada uno de los tratamientos estudiados, en donde el procedimiento para obtenerlos fue muestrear el suelo a las profundidades de 30, 60 y 90 cm. dos días antes de la aplicación de los riegos ya programados.

En el cuadro 6 se presenta el número de riegos, láminas tanto parciales como totales, además de la eficiencia obtenida en cada riego para cada uno de los tratamientos de humedad estudiados.

El análisis de varianza para la primera calidad de tubérculo en ton/ha, se muestra en el cuadro 8; el cual indica que se encontró diferencia significativa y altamente significativa al 1%, en donde según la diferenciación de medias sobresalen los tratamientos de 23-7 días AF y DF y 15-7 AF y DF con 18.88 y 15.09 ton/ha respectivamente, los cuales se comportaron estadísticamente iguales. Cuadro 7.

La gráfica 3; muestra los rendimientos de primera calidad de tubérculo, para cada uno de los tratamientos de humedad.

El cuadro 9, presenta el análisis de varianza para la segunda calidad de tubérculo en ton/ha, encontrándose diferencia significativa al 5% y en base a la diferenciación de medias los tratamientos que tuvieron más producción de esta calidad fueron 15-7 AF y DF, 15-14 AF y DF, 23-14 AF y DF, 23-7 AF y DF y 23-19 AF y DF con rendimientos de 10.81, 9.36, 7.59, 6.89 y 6.51 ton/ha respectivamente, comportándose estadísticamente iguales cuadro No. 4.

Los rendimientos de papa de segunda calidad en ton/ha para cada uno de los tratamientos de humedad se muestran en la gráfica No. 4.

En el cuadro 10, se muestra el análisis de varianza para la tercera calidad de tubérculo en ton/ha, en donde no encontró diferencia significativa, presentándose los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos de humedad en la gráfica No. 5.

En el cuadro 11, se presenta el análisis de varianza para el rendimiento comercial en ton/ha, en donde se obtuvo diferencia significativa y altamente significativa al 1%, encontrándose sobresalientes según la diferenciación de medias, los tratamientos de 15-7 AF y DF y 23-7 AF y DF; con rendimientos de 32.87 y 31.66 ton/ha respectivamente, comportándose estadísticamente iguales, los que rindieron menos fueron: 15-19 AF y DF y 23-19 AF y DF con 13.40 y 15.30 ton/ha respectivamente, también iguales estadísticamente Cuadro No. 4.

La producción comerciable de papa en ton/ha para todos los tratamientos de humedad y sus respectivas láminas de riego, se ilustran en la gráfica No. 6.

En el cuadro 12, se presenta el análisis de varianza del rendimiento de rezaga en ton/ha, el cual indica que no existe significancia estadística, ilustrándose dicho rendimiento en los diferentes tratamientos en la gráfica No. 7.

El análisis de varianza para la producción total de tubérculo en ton/ha, se muestra en el cuadro 13, en donde se encontró diferencia significativa y altamente significativa al 1%. Los tratamientos más sobresalientes en base a diferenciación de medias están 15-7 AF y DF y 23-7 AF y DF con 36.17 y 35.78 ton/ha, además de 15-14 AF y DF y 23-14 AF y DF con 25.68 y 24.79 ton/ha, comportándose todos los tratamientos anteriormente mencionados estadísticamente iguales cuadro No. 4.

En la gráfica No. 8, se ilustran los rendimientos totales de tubérculo en ton/ha para cada uno de los tratamientos de humedad con sus respectivas láminas de riego.

Los porcentajes de número de frutos por tratamiento para las tres calidades y rezaga se presentan en la gráfica No. 9, donde se puede observar que el mayor porcentaje de frutos de primera calidad (30.2%), los obtuvo el tratamiento de 23-7 AF y DF el porcentaje mayor de segunda calidad (28.7%) lo obtuvo el tratamiento 15-14 AF y DF, de tercera calidad (38.5%) lo obtuvo el tratamiento 15-19 AF y DF, de rezaga --

(35.7%) el tratamiento 23-19 AF y DF y el menor porcentaje de rezaga (17.5%) lo obtuvo el tratamiento 15-7 AF y DF.

En el cuadro 14 se presenta la relación de costos fijos y variables, beneficio bruto y neto en los diferentes tratamientos, resultando con mayor beneficio neto \$221,545.00 el tratamiento de 15-7 AF y DF, además de aparecer entre los tratamientos no dominados en la relación de costos variables y beneficios netos gráfica 2. El análisis marginal de los tratamientos de humedad no dominados se muestra en el cuadro 15, donde se puede apreciar que el tratamiento que tuvo la mayor tasa de retorno marginal (3762.6%) fue 23-7 días AF y DF, con 10 riegos, una lámina total de 61.8 cm y un rendimiento comercial de 31.66 ton/ha.

La gráfica No. 10, ilustra la eficiencia de la utilización del agua de riego en función de la producción comercial por  $\text{MM}^3$  de agua aplicado en cada uno de los tratamientos estudiados, siendo el tratamiento 23-14 AF y DF quien utilizó más eficientemente el agua con 5.38 ton/ $\text{MM}^3$  de agua aplicado, siguiéndole el tratamiento de 23-7 AF y DF con 5.12 ton/ $\text{MM}^3$  de agua aplicado.

La gráfica No. 11, muestra la curva de esfuerzo de humedad del suelo experimental, donde para su elaboración es necesario tener los valores de humedad del suelo y después transformarlos a sus respectivas tensiones, obteniendo primeramente la curva de tensión de humedad del suelo y sumándoles a los valores de la tensión la presión osmótica que ejer



-cen la influencia de las sales presentes, se obtiene la curva de esfuerzo de humedad del suelo, la cual se utilizó para conocer los niveles de humedad aprovechable a los que se estaba sometiendo el cultivo.

En la gráfica No. 12, se muestran los datos de temperatura necesarios para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo. La evaporación y precipitación ocurrida en el ciclo vegetativo se muestra en la gráfica 13.

CUADRO 4. NUMERO DE DIAS EN QUE APARECIERON ALGUNAS ETAPAS FENOLOGICAS DE LA PAPA, VARIEDAD WHITE ROSE, VALLE DE MANEADERO, B.C. 1982.

ETAPA FENOLOGICA	NUMERO DE DIAS
Siembra	0
Emergencia	16
Inicio de tuberización	35
Diferenciación floral	38
Inicio de floración	47
50% de floración	56
100% de floración	63
Cosecha mecánica	114

CUADRO 5. HUMEDAD APROVECHABLE EN EL SUELO, ANTES DE APLICAR EL RIEGO A 30 CM DE PROFUNDIDAD.

		CALENDARIOS (DIAS)	HA (%)			CALENDARIOS (DIAS)	HA (%)
		0	-			0	-
		23	55.8			15	64.1
		23	25.0			15	57.4
		7	40.0			15	33.3
		7	35.5			7	40.0
TRATAMIENTO	1	7	46.6	TRATAMIENTO	4	7	35.0
		7	72.5			7	46.6
		7	40.0			7	72.5
		7	59.5			7	40.0
		7	62.5			7	59.5
							62.5
		0	-			0	-
		23	55.8			15	64.1
TRATAMIENTO	2	23	25.0	TRATAMIENTO	5	15	57.4
		14	6.6			15	33.3
		14	35.0			14	6.6
		14	28.3			14	35.0
						14	28.3
		0	-			0	-
		23	55.8			15	64.1
TRATAMIENTO	3	23	25.0	TRATAMIENTO	6	15	57.4
		19	3.3			15	33.3
		19	33.3			19	3.3
						19	33.3

CUADRO 6. LAMINAS PARCIALES, TOTALES Y EFICIENCIA DE RIEGO OBTENIDAS EN LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS.

TRATAMIENTO	NO. DE RIEGOS	INTERVALOS (DIAS)	LAMINA CALCULADA (cm)	LAMINA APLICADA (cm)	EFICIENCIA (%)
23-7 DIAS AF Y DF	1	0	10.20	10.20	-
	2	23	4.88	5.60	87.1
	3	23	6.38	6.80	93.8
	4	7	4.56	5.60	81.4
	5	7	4.22	5.60	75.3
	6	7	3.72	5.60	66.4
	7	7	2.27	5.60	40.5
	8	7	3.85	5.60	68.7
	9	7	2.88	5.60	51.4
	10	7	3.22	5.60	57.5
TOTAL	10	95	46.18	61.80	74.7
23-14 DIAS AF y DF	1	0	10.20	10.20	-
	2	23	4.88	5.60	87.1
	3	23	6.38	6.80	93.8
	4	14	5.71	6.80	83.9
	5	14	5.37	5.60	95.9
	6	14	4.50	5.60	80.3
TOTAL	6	88	37.04	40.60	91.2

## CONTINUACION DEL CUADRO 6.

TRATAMIENTO	NO. DE RIEGOS	INTERVALOS (DÍAS)	LAMINA CALCULADA (cm)	LAMINA APLICADA (cm)	EFICIENCIA (%)
23-19 DIAS AF y DF	1	0	10.20	10.20	-
	2	23	4.88	5.60	87.1
	3	23	6.38	6.80	93.8
	4	19	6.70	7.90	84.8
	5	19	5.18	6.80	76.1
TOTAL	5	84	33.34	37.30	89.4
<hr/>					
15-7 DIAS AF y DF	1	0	10.20	10.20	-
	2	15	4.26	5.60	76.0
	3	15	3.86	5.60	68.9
	4	15	5.07	5.60	90.5
	5	7	4.56	5.60	81.4
	6	7	4.22	5.60	75.3
	7	7	3.72	5.60	66.4
	8	7	2.27	5.60	40.5
	9	7	3.85	5.60	68.7
	10	7	2.88	5.60	51.4
	11	7	3.22	5.60	57.5
TOTAL	11	94	48.11	66.20	72.7

CONTINUACION DEL CUADRO 6.

TRATAMIENTO	NO. DE RIEGOS	INTERVALOS (DIAS)	LAMINA CALCULADA (cm)	LAMINA APLICADA (cm)	EFICIENCIA (%)
15-14 DIAS AFyDF	1	0	10.20	10.20	-
	2	15	4.26	5.60	76.0
	3	15	3.86	5.60	68.9
	4	15	5.07	5.60	90.5
	5	14	5.71	6.80	83.9
	6	14	5.37	5.60	95.9
	7	14	4.50	5.60	80.3
TOTAL	7	97	38.97	45.00	86.6
15-19 DIAS AFyDF	1	0	10.20	10.20	-
	2	15	4.26	5.60	76.0
	3	15	3.86	5.60	68.9
	4	15	5.67	5.60	90.5
	5	19	6.70	7.90	84.8
	6	19	5.18	6.80	76.1
TOTAL	6	83	35.27	41.70	84.6

$$\text{LAMINA CALCULADA} = (P_s - CC) D_a \times \text{ESPESOR}$$

$$\text{LAMINA APLICADA} = Q \times \text{TIEMPO}$$

$$\text{EFICIENCIA DE RIEGO} = \frac{\text{LAMINA CALCULADA}}{\text{LAMINA APLICADA}}$$

CUADRO 7. RENDIMIENTO EN TON/HA EN RELACION A CALIDAD DE TUBERCULO TOTAL COMERCIALIZABLE Y DE REZAGA, ASI COMO RENDIMIENTOS TOTALES Y SIGNIFICANCIA ESTADISTICA -- (TUKEY 5%) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE HUMEDAD EN EL VALLE DE MANEADERO, B.C. CICLO PRIMAVERA-VERANO 1982.

FRECUENCIAS DE RIEGO (DIAS)	RENDIMIENTO DE TUBERCULO EN TON/HA					
	1a.	2a.	3a.	COMERCIAL 1/	REZAGA 2/	TOTAL 3/
23-7 AF y DF	18.885 a	6.896 ab	5.884	31.665 a	4.123	35.788 a
23-14 "	9.018 bc	7.591 ab	5.237	21.846 b	3.041	24.793 ab
23-19 "	3.000 c	6.511 ab	3.897	13.407 c	5.989	19.396 b
15-7 "	15.095 ab	10.812 a	6.964	32.871 a	3.328	36.173 a
15-14 "	8.170 bc	9.365 ab	5.324	22.859 b	2.826	25.685 ab
15-19 "	2.952 c	5.787 b	6.570	15.309 c	5.691	20.999 b
C.V. =	35.7%	24.2%	37.8%	10.7%	44.2%	19.7%
TUKEY 0.05=	7.82	4.35		5.66		12.33

## D I S C U S I O N

Los resultados indican que los más altos rendimientos se obtuvieron donde se mantuvieron los niveles de humedad aprovechables altos (mayor 40%) a lo largo del ciclo vegetativo del cultivo, lo que indica que el cultivo de la papa responde mejor a altos contenidos de humedad aprovechable en el suelo, - lo cuál se relaciona con lo encontrado por Smith (27), Popov (20) y Beukema y Van Der Zaag (1).

Las láminas más altas de riego 66.2 y 61.8 cm obtuvieron los más altos rendimientos 32.87 y 31.66 ton/ha respectivamente, pero también hay que observar los tratamientos 23-14 AF y DF y 15-19 AF y DF, en los cuales ambos tuvieron 6 riegos con rendimientos de 21.8 y 15.3 ton/ha, lo que refleja la necesidad de una frecuencia mayor de riegos después de inicio de floración, ya que se considera el período crítico del ciclo del cultivo, similares resultados obtuvieron Jorgensen (13), y las conclusiones presentadas en los manuales para la Educación Agropecuaria. (23, 24).

En relación a la eficiencia en la utilización del agua - de riego, se observa una tendencia de mayor aprovechamiento con frecuencia larga (23 días) antes de inicio de floración - y frecuencias cortas después de inicio de floración (7-14) - días, obteniendo 5.12 y 5.38 ton/MM<sup>3</sup> respectivamente, siendo la frecuencia larga después de inicio de floración (19 días) la que obtuvo una menor eficiencia con 3.59 y 3.67 ton/MM<sup>3</sup>, comprobándose una vez más lo importante de mantener una hume-



-dad adecuada después de inicio de floración.

Los tratamientos 23-7 AF y DF y 15-7 AF y DF fueron los que obtuvieron los mayores rendimientos de primera calidad de tubérculo con 18.88 y 15.09 ton/ha respectivamente, los que se comportaron iguales entre sí y superiores al resto, lo que concuerda con lo obtenido por Jorgensen (13). En la producción de frutos de segunda calidad volvieron a figurar entre los mejores los tratamientos antes mencionados.

Para la producción de tercera calidad de tubérculo y rezaga no hubo significancia estadística, aún así se puede observar que los tratamientos de frecuencias largas de riego (19 días) después de inicio de floración presentan mayor producción de rezaga.

En general tanto para la producción de tubérculo comercial como total sobresalieron los tratamientos de 15-7 y 23-7 AF y DF con 32.87 y 31.66 ton/ha comerciable y 36.17 y 35.78 ton/ha total, concordando con Jørgensen (13), los tratamientos que rindieron menos estuvieron sometidos a frecuencias largas (19 días) después de inicio de floración, etapa de desarrollo del tubérculo, similares resultados encontraron trabajando con tensiones de humedad Sigh y Grewal (26).

Los rendimientos en los distintos tratamientos se fueron incrementando casi linealmente conforme aumentaba la cantidad de agua aplicada, desde 37.3 cm a 66.2 cm, desviándose un poco el tratamiento 23-14 AF y DF, similares resultados obtuvo Shalhevet (25).

En lo que respecta al porcentaje de número de frutos - por tratamiento, el mayor porcentaje de tubérculo de primera calidad (30.2%), se obtuvo con intervalos largos (23 -- días) antes de inicio de floración combinado con intervalos cortos (7 días) después de inicio de floración, similares - resultados obtuvo Jorgensen (13).

Refiriéndose al análisis económico, cabe mencionar -- que el tratamiento que obtuvo el mayor beneficio neto (15-7 días AF y DF) no fue el óptimo económico, ya que el óptimo lo obtuvo el tratamiento de 23-7 días AF y DF con una tasa de retorno marginal más alta, he aquí la importancia de este tipo de análisis.

## C O N C L U S I O N E S

- 1.- Se encontró diferencia estadística entre los tratamientos de humedad, sobresaliendo los tratamientos de 15-7 y 23-7 días antes y después de floración respectivamente.
- 2.- Según análisis económico el mejor tratamiento resultó ser 23-7 días antes y después de inicio de floración; con riego de presiembra, 2 riegos con intervalos de 23 días y 7 riegos con intervalo de 7 días, aplicándose una lámina total de 61.8 cm.
- 3.- Los volúmenes de agua aplicados variaron de 37.3 a 66.2 cm, para las frecuencias de 23-19 y 15-7 días antes y después de inicio de floración.
- 4.- Los rendimientos se incrementaron conforme aumentó la lámina de riego aplicada, de 37.3 a 66.2 cm.
- 5.- El cultivo de la papa responde mejor a niveles altos de humedad aprovechable.
- 6.- Las frecuencias de riego donde se tuvo una mayor eficiencia en la utilización del agua fueron 23-14 días antes y después de inicio de floración respectivamente.
- 7.- Las más bajas eficiencias en la utilización del agua las obtuvieron los tratamientos con frecuencias largas (19 -- días) después de inicio de floración.

- 8.- El más bajo rendimiento se tuvo con el tratamiento de --  
15-19 días antes y después de inicio de floración, al ---  
cual se le aplicó una lámina total de 41.7 cm.
  
- 9.- Los tratamientos con las frecuencias largas (19 días) después  
de inicio de floración tendieron a producir más rezaga.

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

1. BEUKEMA, H.P. y VAN DER ZAAG, D.E. 1979. Some factors and --  
fact. Potato improvement. International Agricultural Centre, Wageningen, the Netherlands. pp. 38, 39, 82, 83, 98.
2. CANTAR, F. et. al. 1979. Studies to determine the irrigation system principles for potato crops in Central Maldivia. Field crops abstracts. Vol. 32 (10) p. 742.
3. CHALLALAH KULKARNI, G.N. 1980. Studies in the response of potato (*Solanum tuberosum* L) to various soil moisture levels and muches and its economics in relation to tuber yield. Irrigation and Drainage abstracts. Vol. 6 (4) p. 204.
4. DE SAINT-FOULC J.D'AT. 1975. El riego por aspersión. Tercera edición. Edit. Eta.S.A. Barcelona, España. pp. 8, 12.
5. EDMOND, J.B. 1976. Principios de Horticultura. Segunda impresión. Edit. Continental, S.A. pp. 77, 469, 470.
6. FERSINI, A. 1979. Horticultura Práctica. Segunda edición.- Edit. Diana. pp. 408, 409.

7. GASTOL, J. PRZOE BRAZENSKI, J. 1979. *Effectiveness of irrigation as influenced by different methods of soil -- and potato cultivation. Field crop abstracts. Vol. 32 (3) pp. 210.*
8. GRYGORYAN, A. y GAREYAN, R. 1978. *Effect of some agrotechniques on yields of early potatoes. Field crop abstracts. Vol. 31 (1) p. 74.*
9. HARRIS, P.M. 1979. *Water. Field crops abstracts. Vol. 32 - (1) p. 71.*
10. HOOKER, W.J. 1980. *Compendio de enfermedades de la papa. Edit. Graf. Pacific Press, S.A. pp. 2, 3.*
11. IANOSI, S. 1980. *rational Irrigation intensive method for potato production. Irrigation and drainage abstracts. Vol. 6 (4) p. 204.*
12. ISRAELSEN, O.N. y HANSEN, V.E. 1965. *Principios y aplicaciones del riego. Segunda edición. Edit. Reverte, S.A. p. 267.*
13. JORGENSEN, V. 1980. *Effect of different irrigation frequencies at different growth stages in potatoes. Field crop abstracts. Vol. 43 (2) p. 173.*
14. LENANO, F. 1978. *Como se cultivan las hortalizas de bulbo, raíz y tubérculo. Edit. de Vecchi, S.A. Barcelona, - pp. 127, 128, 131.*

15. LEVIN, et. al. 1980. Response of potatoes grown for seeds, to drip irrigation regimes of the golan heights. Field crops abstracts. Vol. 32 (9).
16. MAZAREANU, I. 1980. The influence of an irrigation regime on potato yield. Field crop abstracts. Vol. 33 - (3) p. 242.
17. MORTENSEN, E. y BULLARD E. 1975. Horticultura Tropical y Subtropical. Edit. Pax-México. p. 202.
18. PALTINEANU, R. y PALTINEANU, E. 1981. Mater uptake by potatoes grown in Southern Rumania. Field crop Abstracts Vol. 34 (3) p. 263.
19. PERRIN, R.K. et. al. 1979. Formulaci3n de recomendaciones a partir de datos agron3micos. Manual metodol3gico de evaluaci3n. Folleto de informaci3n No. 27 --- CIMMYT.
20. POPOV, V. et. al. 1978. Irrigation and rational utilization of fertilizer a great reserve for increasing potato yield. Field crop abstracts. Vol. 31 (1). p. 76.
21. RUIZ, O.M. et. al. 1979. Bot3nica. quinceava edici3n. Edit. Eclalsa. p. 656.
22. SANTOS, R.J. et. al. 1980. Producci3n de papas. Edit. Albatros. Buenos Aires, Rep. Argentina. pp. 11, 13, 14, 15.

23. SEP. 1982. *Manuales para la Educación Agropecuaria. Pa - pas. primera edición. Edit. Trillas. pp. 9, 11, 17, 19.*
24. SEP. 1982. *Manuales para la Educación Agropecuaria, Riego y Drenaje. primera edición. Edit. Trillas, pp. 9, 18.*
25. SALHEVET, J. et. al. *Irrigation of potatoes in the nor -- thern, Negev. Field Crop Abstracts. Vol. 32 (9) p. 691.*
26. SINGH, B.N. y GREWAL, J.S. *Effect on soil Moisture stres at different growth on the yield of potato (Solanum tuberosum L.) Var. Kufri chandramukni. Field abs -- tracts. Vol. 34 (3) p. 264.*
27. SMITH, J. 1980. *The effect of irrigation frecuency and -- seed rate on the yield of maincrop potatoes from -- peaty loa, soils. Vol. 6 (4) p. 204.*
28. VAZQUEZ, C.M. 1982. *Opciones para incrementar el consumo de papa, y disminuir importaciones de maíz y trigo. Folleto No. 62. p. 9.*



A P E N D I C E

CUADRO 8. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA LA PRIMERA CALIDAD.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	ε0.05	ε0.01	I
TRATAMIENTOS	5	826.034	165.207	14.29	2.90	4.56	**
REPETICIONES	3	76.776	26.259	2.27	3.29	5.52	
ERROR	15	173.406	11.560				
TOTAL	23	1078.216					

$$C.V. = \frac{\sqrt{C.M. Error}}{X GEN} \times 100$$

$$C.V. = 35.7\%$$

$$TUKEY 0.05 = \sqrt{\frac{C.M. Error}{REP.}} \times q$$

$$TUKEY 0.05 = 7.82$$

CUADRO 9. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA LA SEGUNDA CALIDAD.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	ε0.05	ε0.01	I
TRATAMIENTOS	5	72.375	14.475	4.035	2.90	4.56	*
REPETICIONES	3	22.580	7.527	2.098	3.29	5.52	
ERROR	15	53.808	3.587				
TOTAL	23	148.763					

$$C.V. = 24.2\%$$

$$TUKEY 0.05 = 4.35$$

CUADRO 10. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA LA TERCERA CALIDAD

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	ε 0.05	ε 0.01	I
TRATAMIENTOS	5	23.906	4.781	1.049	2.90	4.56	NS
REPETICIONES	3	3.952	1.317	0.289	3.29	5.42	
ERROR	15	68.343	4.556				
TOTAL	23	96.201					

C.V. = 37.8 %

CUADRO 11. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO COMERCIABLE.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	ε 0.05	ε 0.01	I
TRATAMIENTOS	5	1300.163	260.033	42.846	2.90	4.56	**
REPETICIONES	3	135.456	45.152	7.440	3.29	5.42	
ERROR	15	91.032	6.069				
TOTAL	23	1526.651					

C.V. = 10.7 %

TUKEY 0.05= 5.66

CUADRO 12. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA DE LA REZAGA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	ε 0.05	ε 0.01	I
TRATAMIENTOS	5	37.666	7.533	2.220	2.90	4.56	NS
REPETICIONES	3	19.205	6.402	1.887	3.29	5.42	
ERROR	15	50.896	3.393				
TOTAL	23	107.767					

C.V. = 44.2 %

CUADRO 13. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRODUCCION TOTAL.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	ε 0.05	ε 0.01	I
TRATAMIENTOS	5	1046.741	209.438	7.279	2.90	4.56	**
REPETICIONES	3	105.128	35.427	1.232	3.29	5.42	
ERROR	15	143.801	28.760				
TOTAL	23	1295.670					

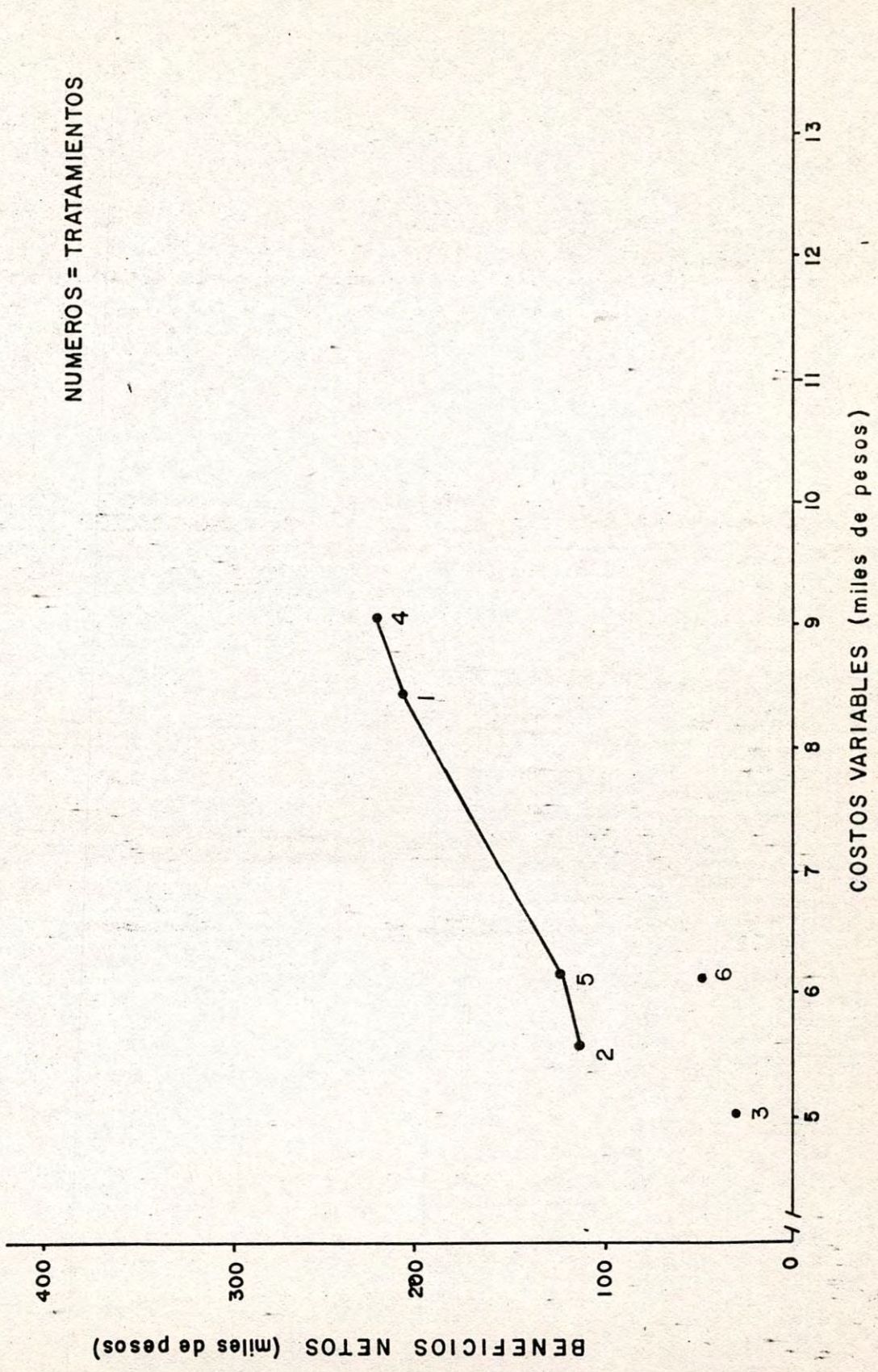
C.V. = 19.7 %

TUKEY 0.05 = 12.33

CUADRO 14. RELACION DE COSTOS FIJOS Y VARIABLES, BENEFICIO BRUTO Y NETO POR HECTA REA PARA LOS TRATAMIENTOS DE HUMEDAD EN PAPA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 1982.

TRATAMIENTO	NO. RIEGOS M <sup>3</sup> /HA	COSTOS FIJOS (PESOS)	COSTOS VARIABLES (PESOS)	BENEFICIO BRUTO (PESOS)	BENEFICIO NETO (PESOS)
23-7 DIAS AF y DF	10/6180	98045.00	8480.00	316650.00	210125.00
23-14	6/4060	"	5560.00	218460.00	114855.00
23-19	5/3730	"	5030.00	134070.00	30995.00
15-7	11/6620	"	9120.00	328710.00	221545.00
15-14	7/4500	"	6200.00	228590.00	124345.00
15-19	6/4170	"	5670.00	153090.00	49375.00

GRAFICA 2: RELACION DE COSTOS VARIABLES Y BENEFICIOS NETOS PARA OBTENER LOS TRATAMIENTOS NO DOMINADOS. CICLO PRIMAVERA - VERANO 1982.

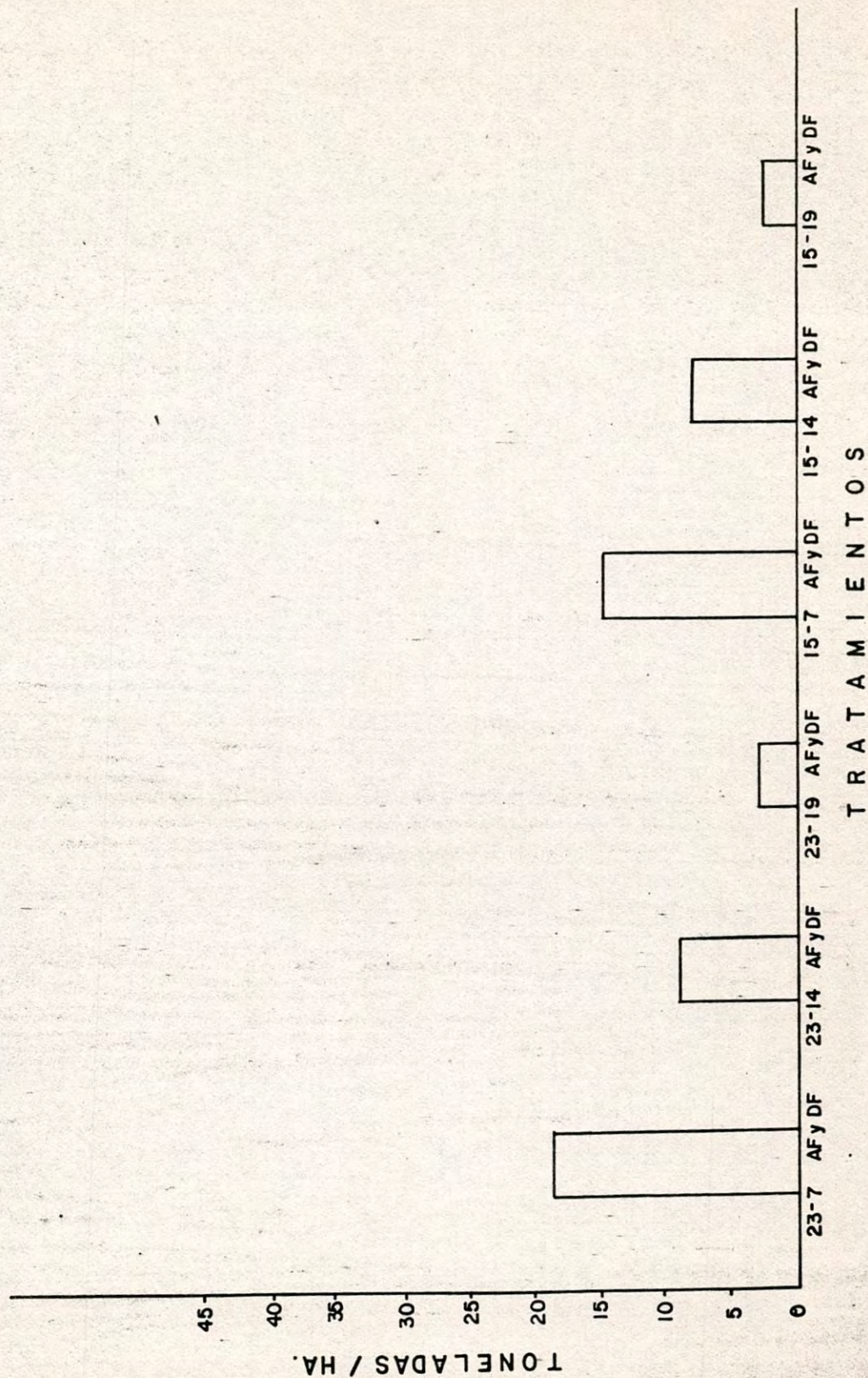


CUADRO 15. ANALISIS MARGINAL DE LOS TRATAMIENTOS DE HUMEDAD NO DOMINADOS EN PAPA. CICLO PRIMAVERA-VERANO 1982.

TRATAMIENTO	COSTOS VARIABLES ( PESOS )	BENEFICIO NETO ( PESOS )	INCREMENTO MARGI NAL EN COSTOS VA RIABLES (PESOS)	INCREMENTO MARGI NAL EN BENEFICIOS NETOS (PESOS)	TAZA DE RE TORNO MAR GINAL (%)
15-7 DIAS AF y DF	9120.00	221545.00	640.00	11420.00	1784.3%
23-7 "	8480.00	210125.00	2280.00	85780.00	3762.6% *
15-14 "	6200.00	124345.00	640.00	9490.00	1482.8%
23-14 "	5560.00	114855.00			

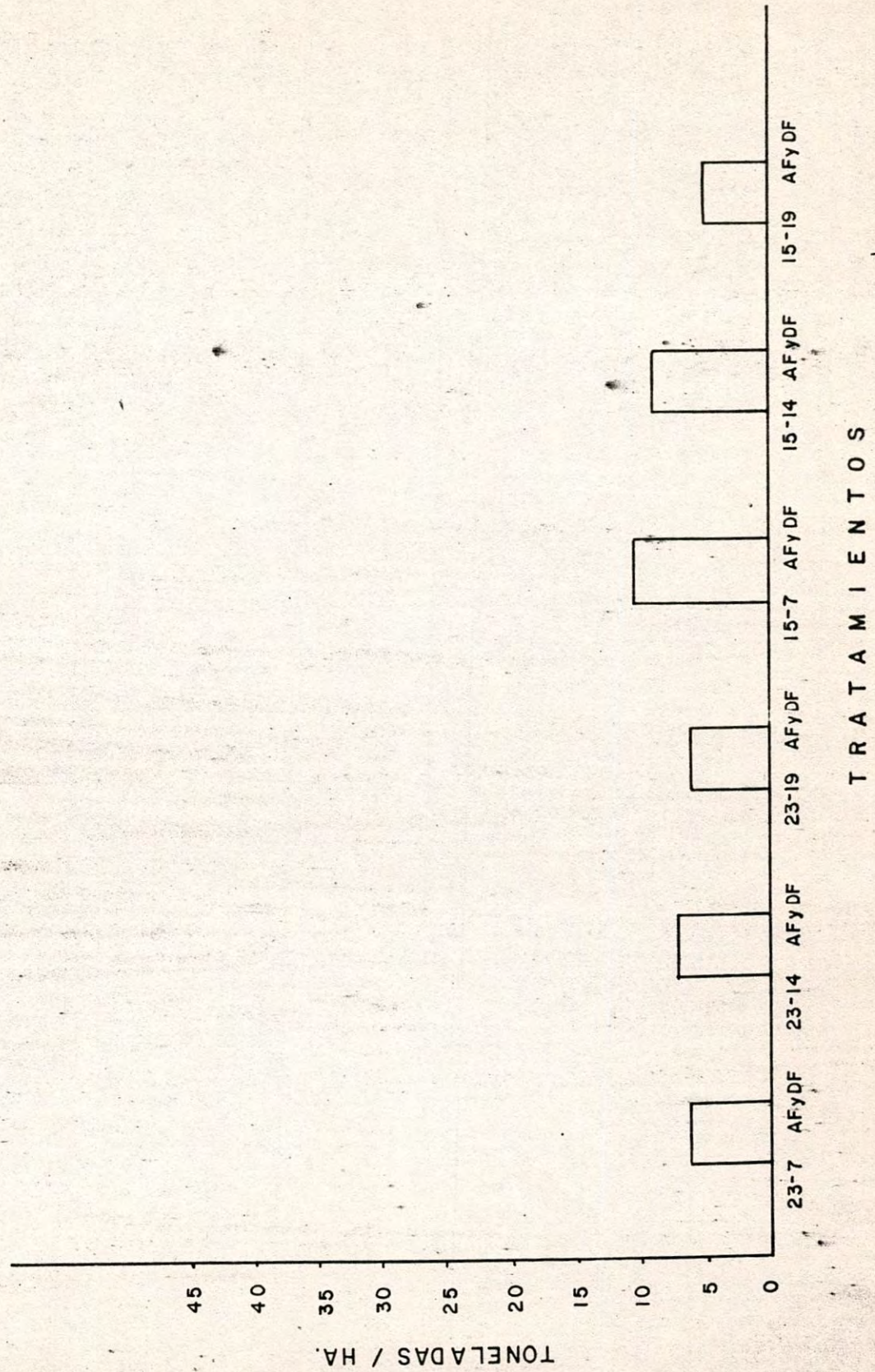
\* TRATAMIENTO OPTIMO ECONOMICO

GRAFICA 3: RENDIMIENTO DE TUBERCULO DE PRIMERA CALIDAD PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE HUMEDAD. CICLO PRIMAVERA - VERANO 1982.

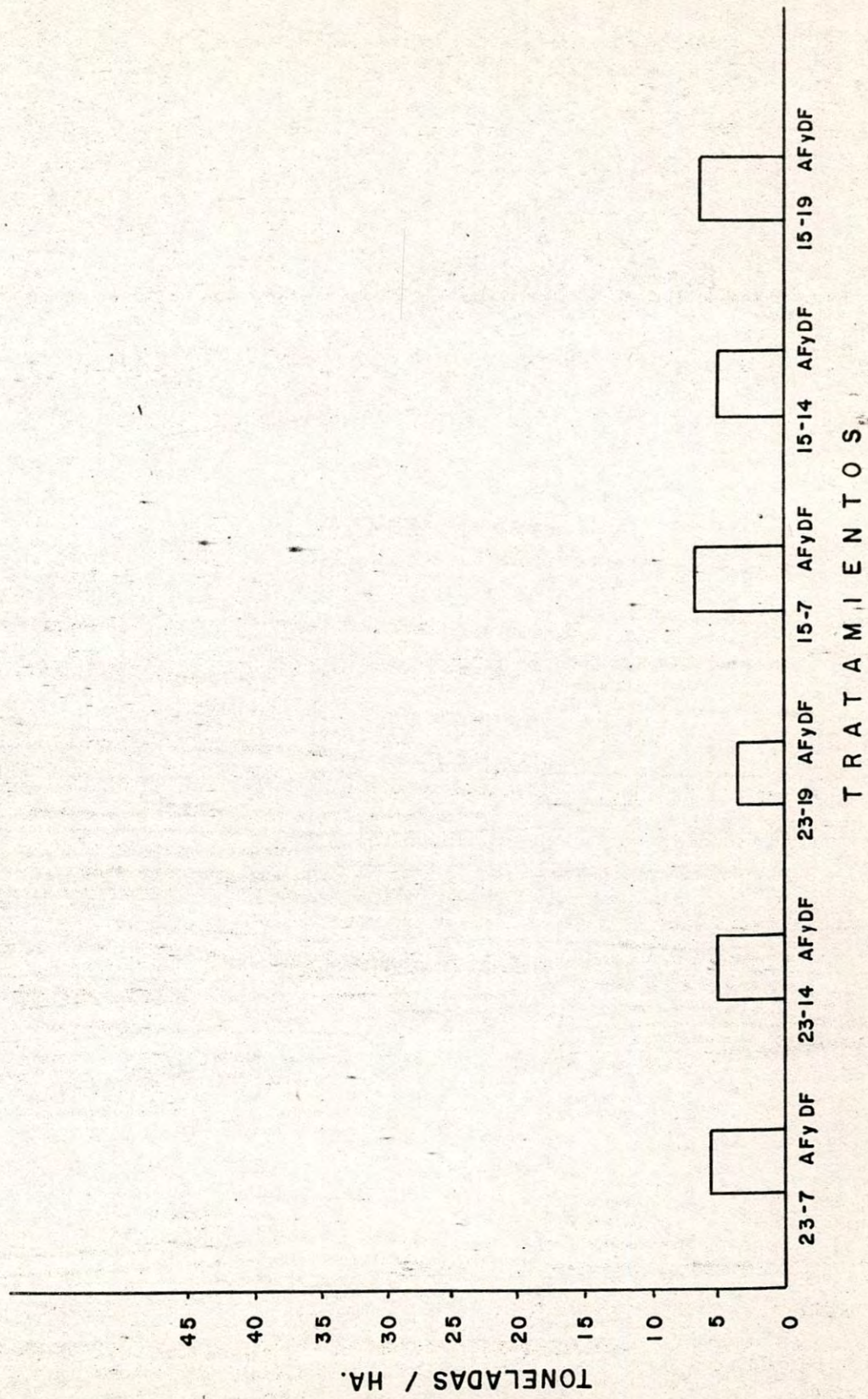




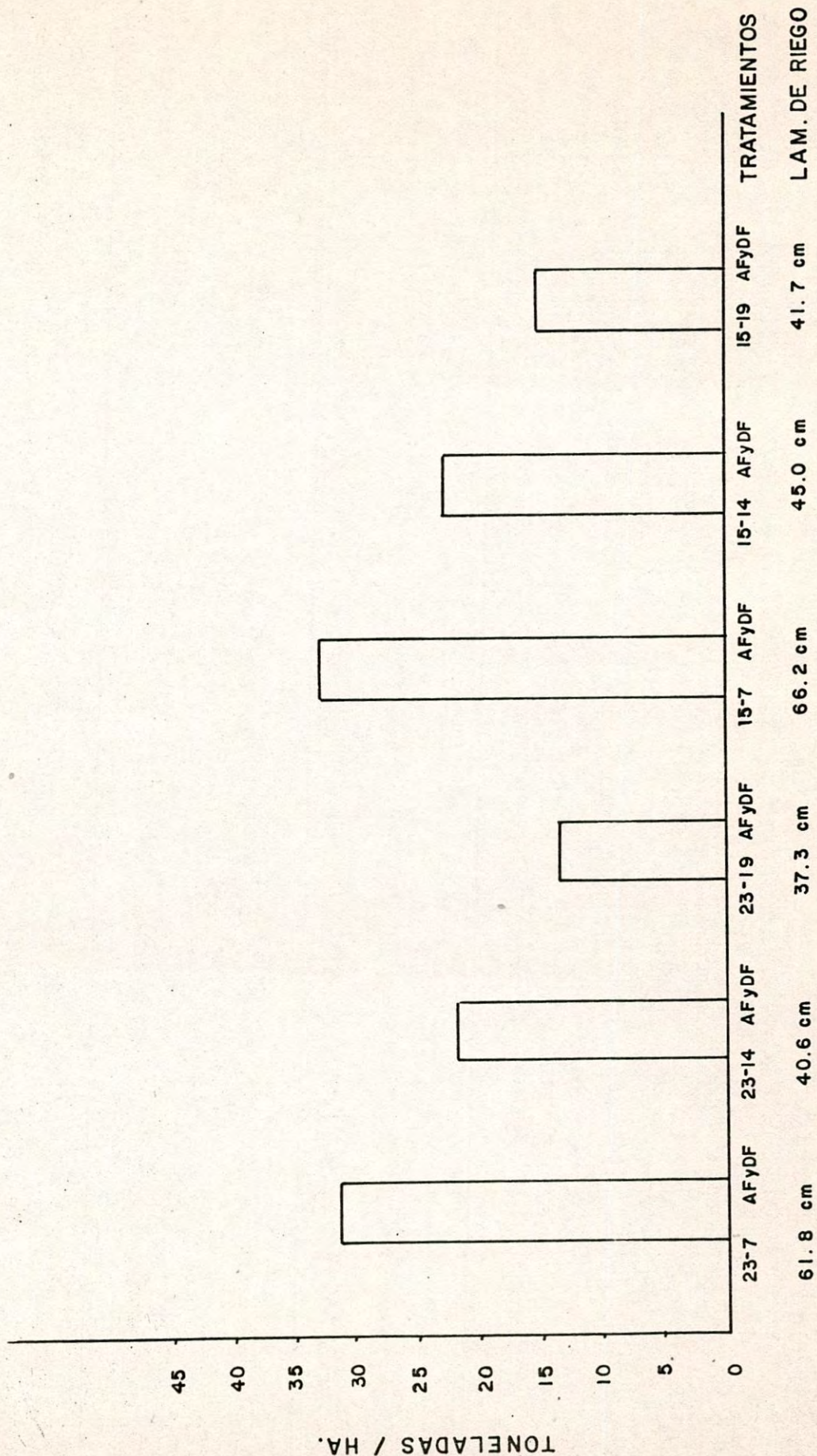
GRAFICA 4: RENDIMIENTO DE TUBERCULO DE SEGUNDA CALIDAD PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE HUMEDAD. CICLO PRIMAVERA - VERANO 1982.



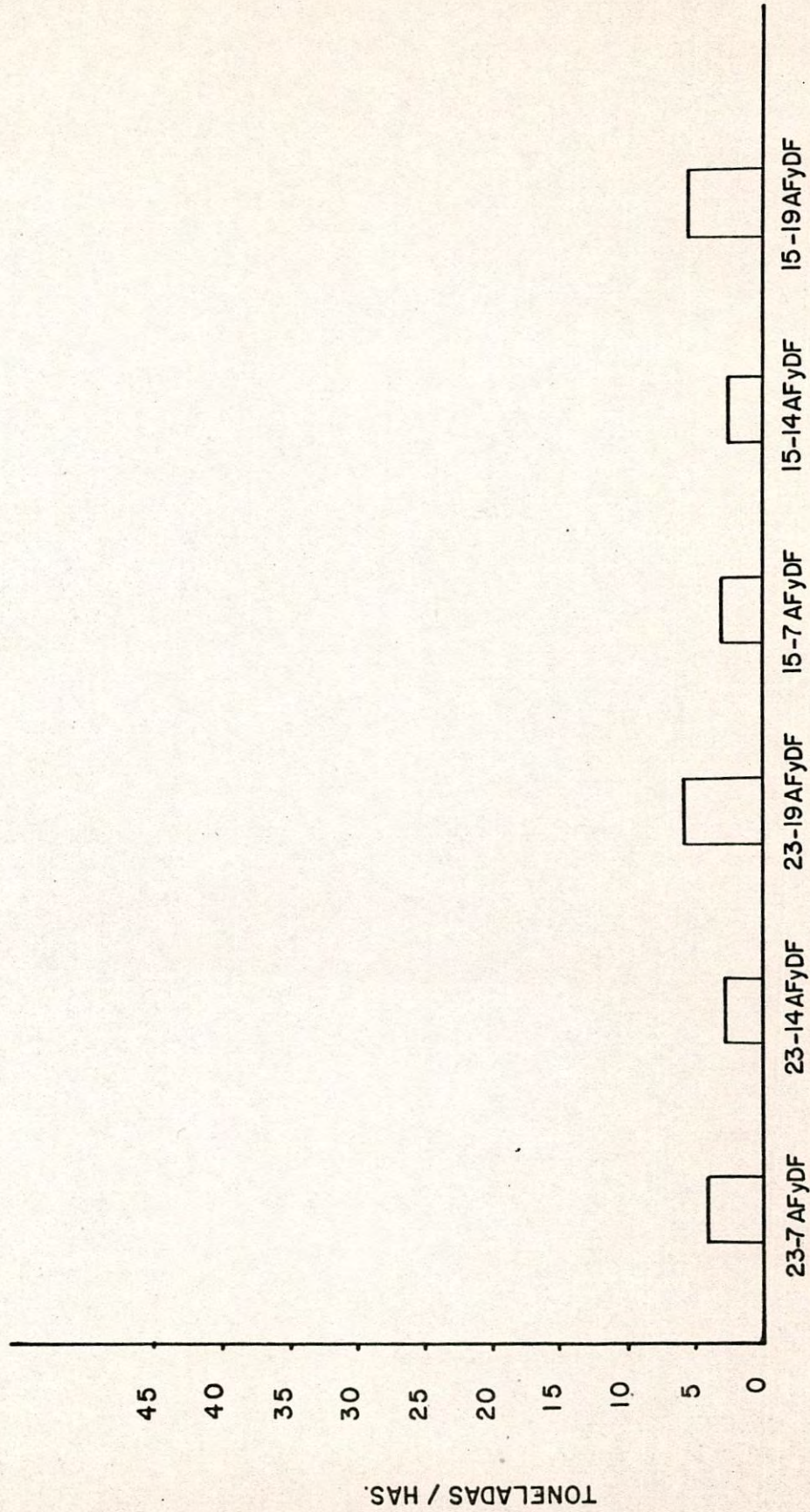
GRAFICA 5: RENDIMIENTO DE TUBERCULO DE TERCERA CALIDAD PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE HUMEDAD. CICLO PRIMAVERA - VERANO 1982.



GRAFICA 6: PRODUCCION COMERCIALIZABLE (1ª, 2ª, y 3ª CALIDAD DE TUBERCULO) DE PAPA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE HUMEDAD. CICLO PRIMAVERA-VERANO 1982.

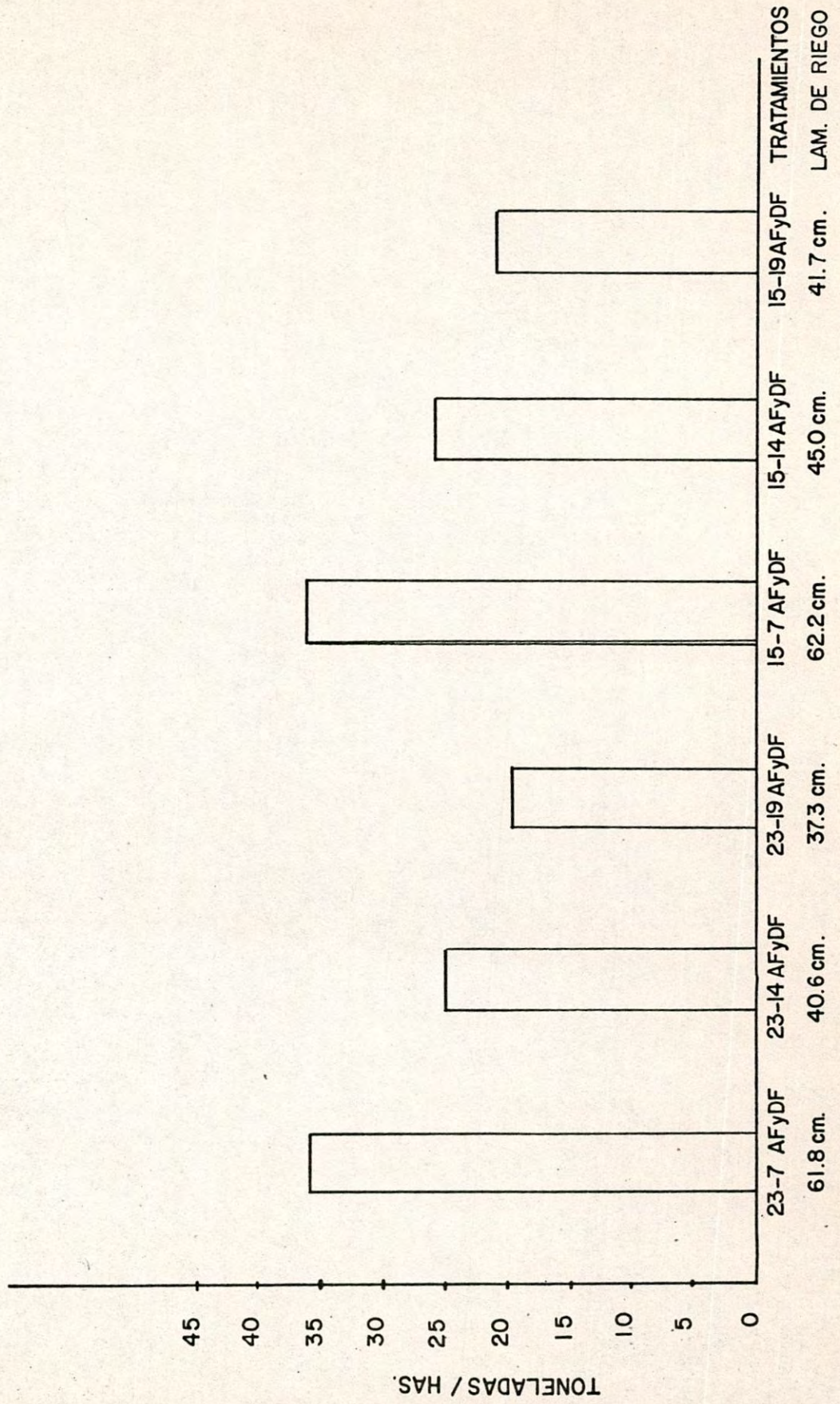


GRAFICA 7 : RENDIMIENTO DE REZAGA ( 4ª, MONOS Y PODRIDOS ) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE HUMEDAD. CICLO PRIMAVERA-VERANO 1982.

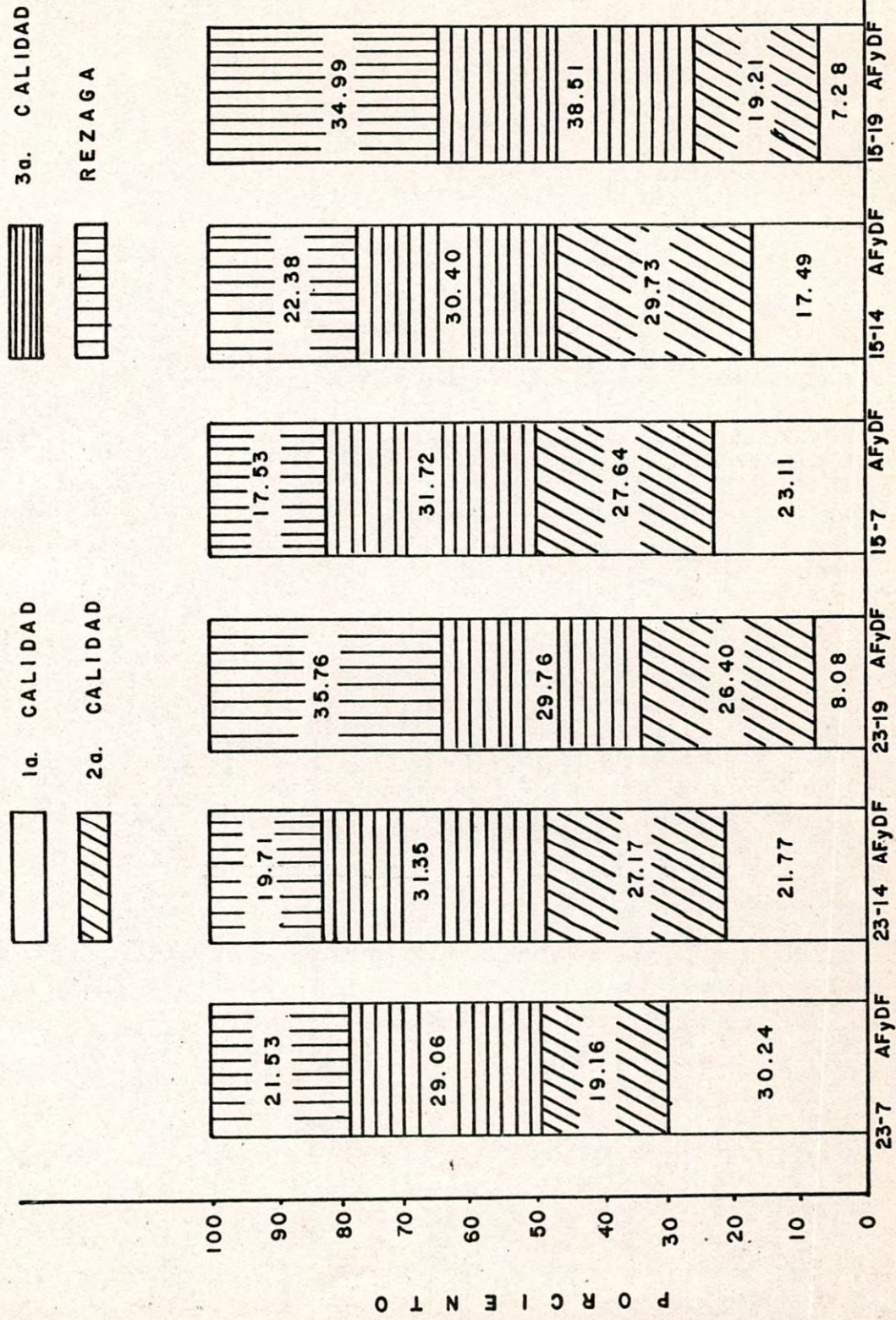


TRATAMIENTOS

GRAFICA 8 : PRODUCCION TOTAL (1a, 2a, 3a Y REZAGA) DE PAPA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE HUMEDAD. CICLO PRIMAVERA -VERANO 1982.

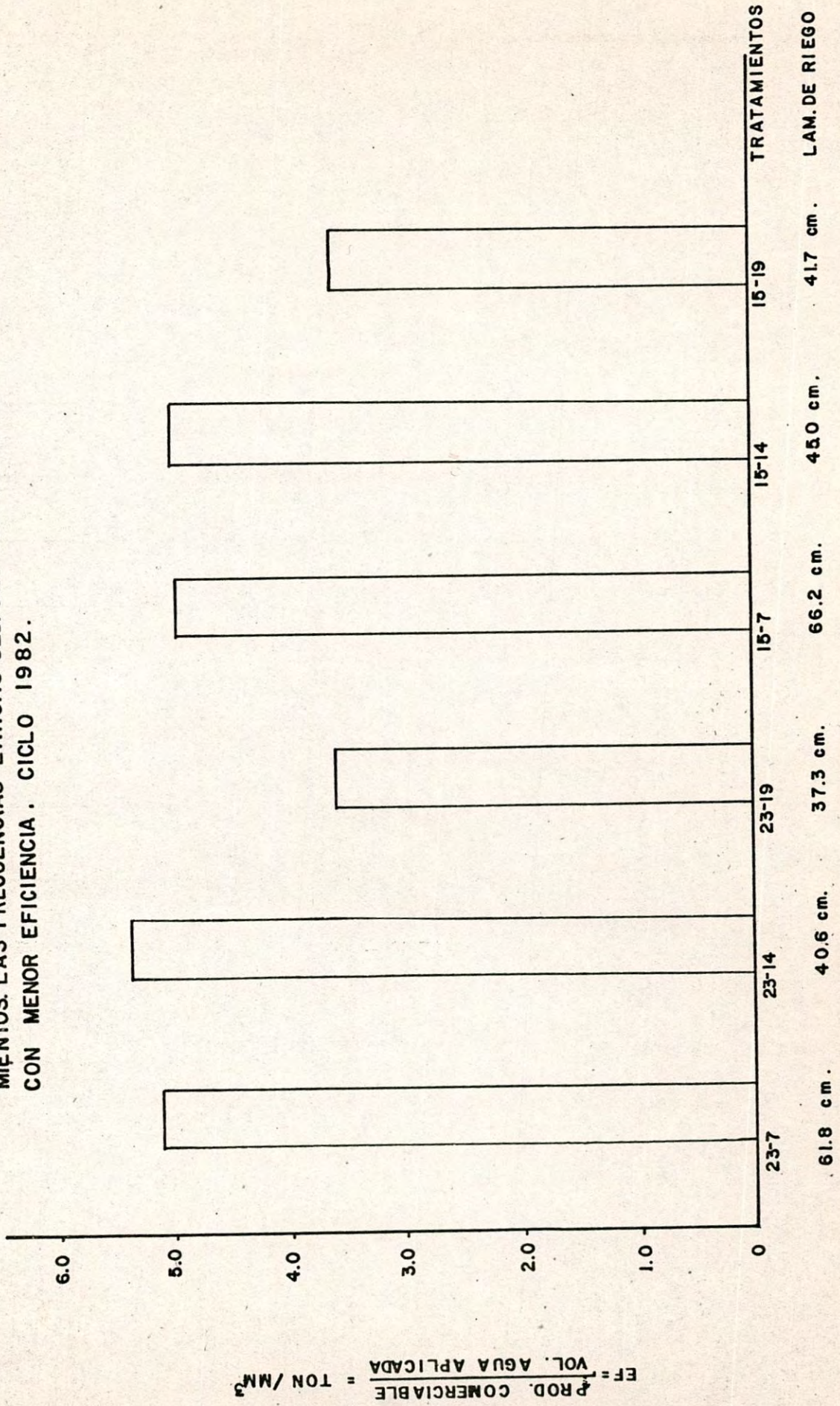


GRAFICA 9 : PORCENTAJE DE NUMERO DE FRUTO POR TRATAMIENTO PARA LAS TRES CALIDADES Y REZAGA, SE OBSERVA UNA TENDENCIA DE LAS FRECUENCIAS LARGAS A PRODUCIR MAS REZAGA. CICLO PRIMAVERA - VERANO 1982.



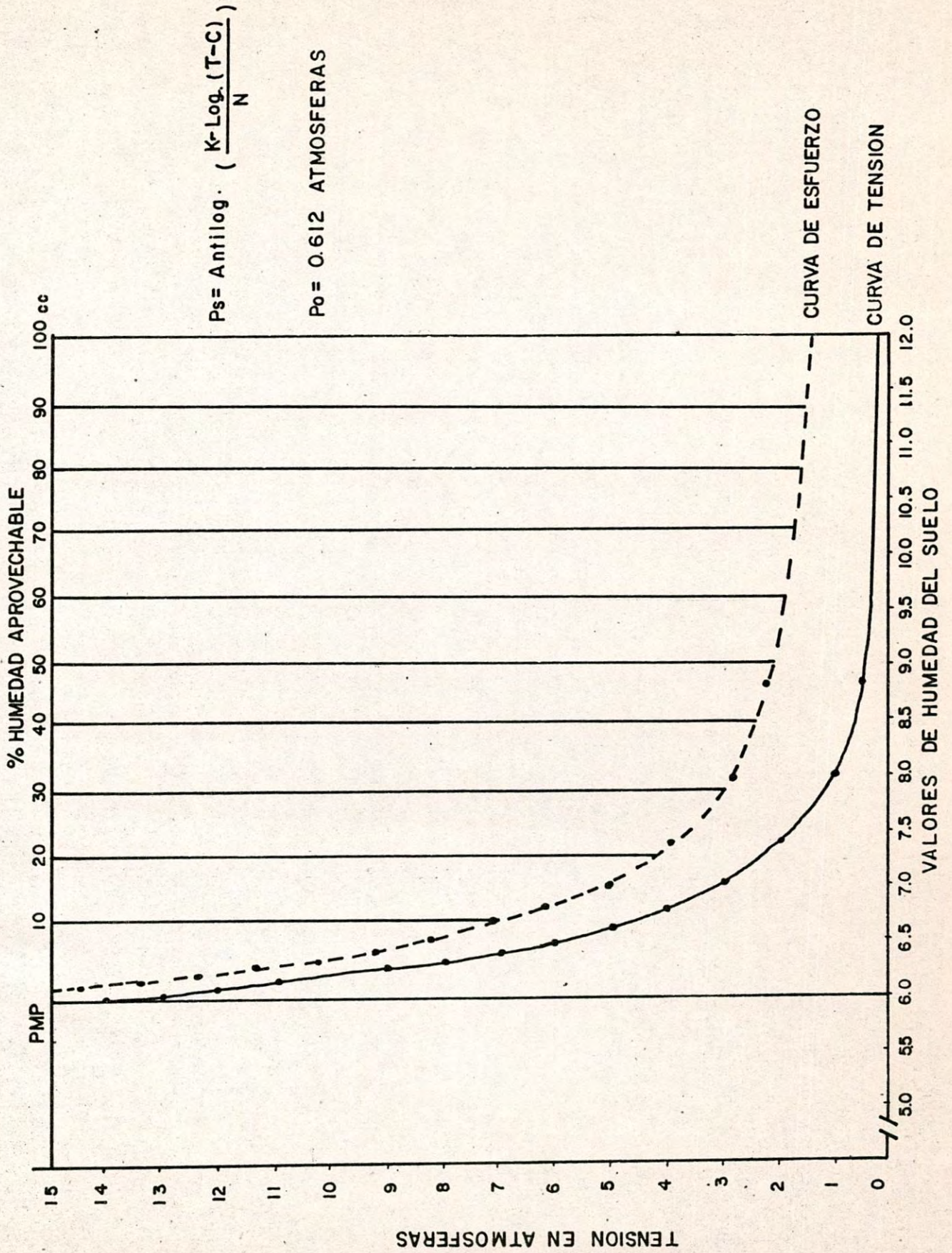
T R A T A M I E N T O S

GRAFICA 10: EFICIENCIA EN LA UTILIZACION DEL AGUA DE RIEGO EN FUNCION DE LA PRODUCCION DE TUBERCULO COMERCIAL POR MM<sup>3</sup> DE AGUA APLICADO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS. LAS FRECUENCIAS LARGAS DESPUES DEL INICIO DE FLORACION RESULTARON CON MENOR EFICIENCIA. CICLO 1982.



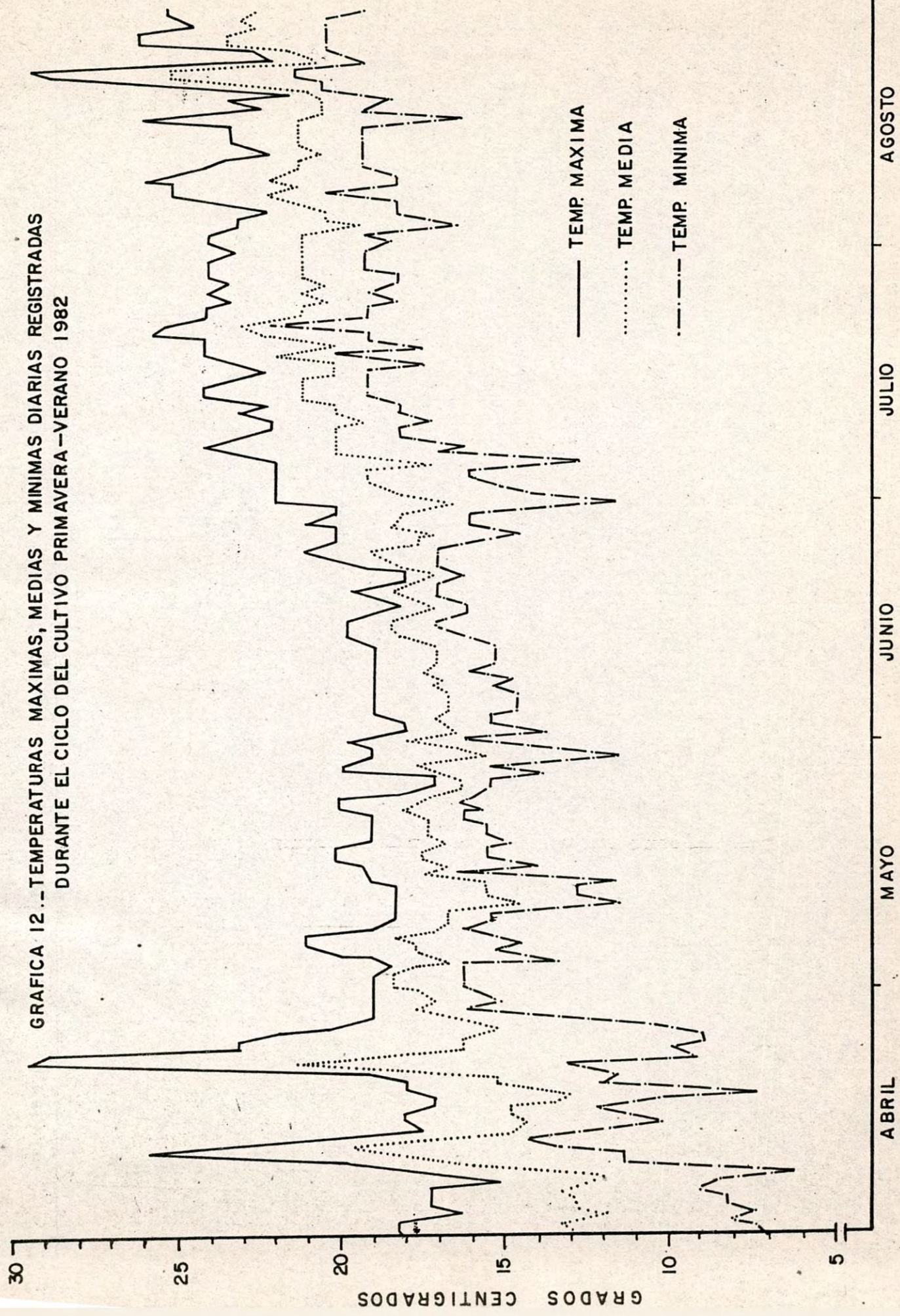
$$EF = \frac{\text{VOL. AGUA APLICADA}}{\text{PROD. COMERCIAL}} = \text{TON/MM}^3$$

GRAFICA 11: CURVA DE ESFUERZO DE HUMEDAD DEL SUELO.

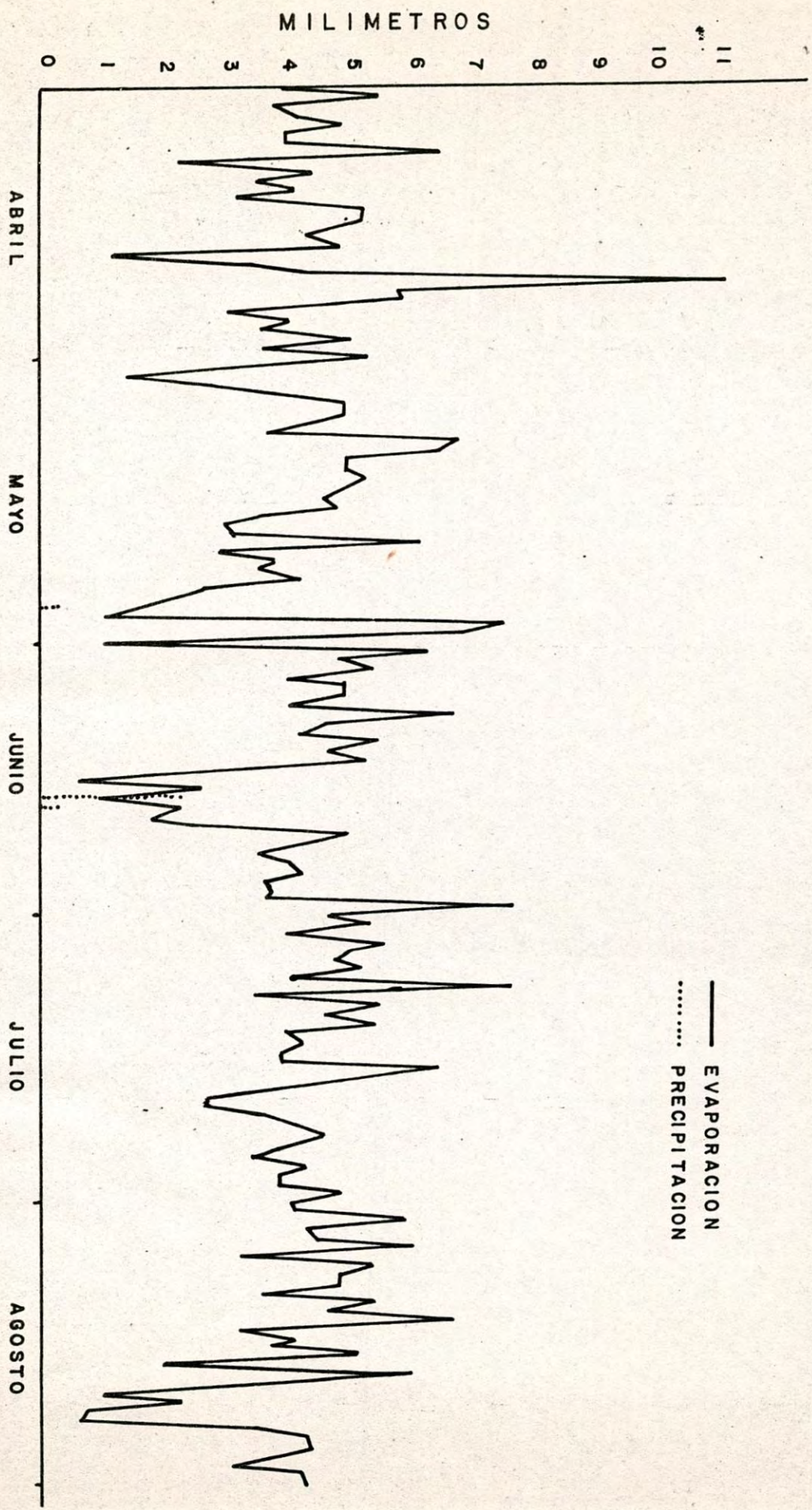




GRAFICA 12.-TEMPERATURAS MAXIMAS, MEDIAS Y MINIMAS DIARIAS REGISTRADAS DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO PRIMAVERA -VERANO 1982



GRAFICA 13: EVAPORACION Y PRECIPITACION DIARIA REGISTRADA DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO.  
CICLO PRIMAVERA - VERANO 1982.



CALCULO DE USO CONSUNTIVO Q EVAPOTRANSPIRACION  
REAL DEL CULTIVO DE LA PAPA

METODO DE BLANNEY Y CRIDLE

Datos:

Cultivo: papa

Variedad: White Rose

Fecha de siembra: 10 de abril de 1982

Fecha de cosecha: 2 de Agosto de 1982

Ciclo vegetativo: 114

OBTENCION DE LOS VALORES F

MESES DEL CULTIVO	DIAS	T°C MEDIA	$t + \frac{17.8}{21.8}$	P	F	UC
ABRIL	20	15.4	1.522	5.83	8.87	6.65
MAYO	31	16.6	1.577	9.60	15.14	11.36
JUNIO	30	17.0	1.596	9.57	15.27	11.45
JULIO	31	19.5	1.711	9.74	16.66	12.50
AGOSTO	2	20.8	1.770	0.62	1.10	0.83
	<u>114</u>				<u>57.04</u>	<u>42.79</u>

$$Et = F \times K$$

$$Et = 57.04 \times 0.75 = 42.78 \text{ cm en todo el ciclo.}$$

Sin valores parciales.

CALCULO DE USO CONSUNTIVO DE LA PAPA UTILIZANDO  
EL METODO RACIONAL DE LA CURVA UNICA DE HANSEN

MESES	DIAS	F	Kd	VC	J	UC REAL ( CM )
ABRIL	20	8.87	0.32	2.84	1.02	2.90
MAYO	31	15.14	0.69	10.45	1.02	10.66
JUNIO	30	15.27	0.91	13.90	1.02	14.18
JULIO	31	16.66	0.86	14.33	1.02	14.62
AGOSTO	2	1.10	0.50	0.55	1.02	0.56
SUMAS	114	57.04		42.07		42.92

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE DESARROLLO (Kd)  
DE LA CURVA DE HANSEN

$$\text{Abril } Kd_1 = \frac{0.22 + 0.25 + 0.49}{3} = 0.32$$

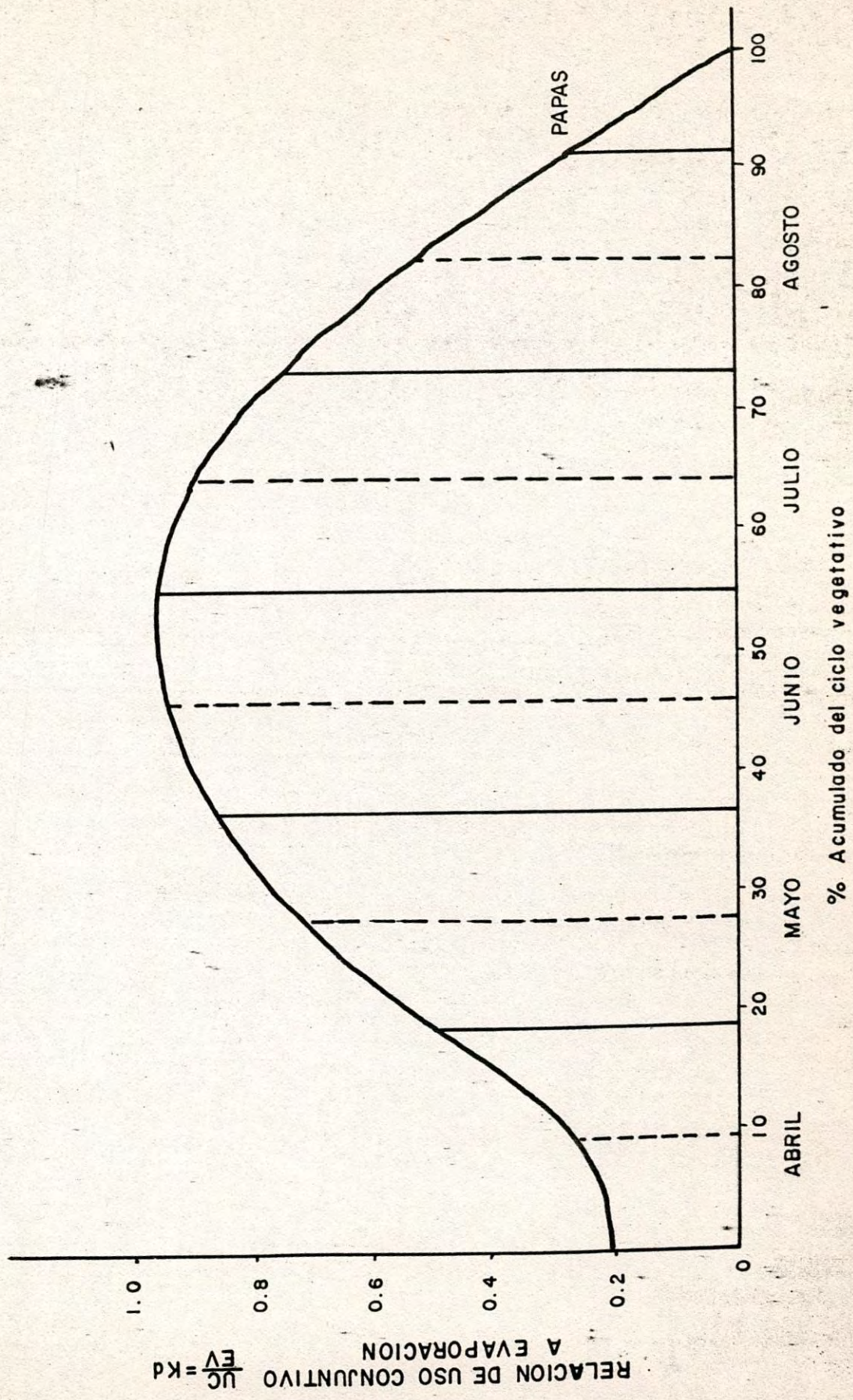
$$\text{Mayo } Kd_2 = \frac{0.49 + 0.72 + 0.86}{3} = 0.69$$

$$\text{Junio } Kd_3 = \frac{0.86 + 0.94 + 0.95}{3} = 0.91$$

$$\text{Julio } Kd_4 = \frac{0.95 + 0.89 + 0.74}{3} = 0.86$$

$$\text{Agosto } Kd_5 = \frac{0.74 + 0.51 + 0.25}{3} = 0.50$$

CURVA GENERAL QUE COMPARA LA RELACION DE USO CONSUNTIVO A EVAPORACION  $\frac{U.C.}{E.V.}$  CON EL PORCIENTO ACUMULADO DEL CICLO VEGETATIVO.



DETERMINACION DE LOS VALORES MENSUALES (V.C.)

*Prin 1241*

MESES	Kd	F	U.C. CALCULADA
ABRIL	0.32	8.87	2.84
MAYO	0.69	15.14	10.45
JUNIO	0.91	15.27	13.90
JULIO	0.86	16.66	14.33
AGOSTO	0.50	<u>1.10</u>	<u>0.55</u>
		57.04	42.07

Cálculo de Kc

$$Kc = \frac{UC}{F} = \frac{42.07}{57.04} = 0.737$$

Cálculo de J.

$$J = \frac{Kg}{Kc} = \frac{0.750}{0.737} = 1.02$$