

LA AGRICULTURA EN LOS CLIMAS TEMPLADOS VS EN LOS TROPICOS Felipe Gómez Alvarez

Dedicatoria:

A mi esposa, Consuelo, quien siempre ha sabido
soportar mis inquietudes y preocupaciones.
A mis hijas y nietos.

Se ha señalado en forma reiterativa que nuestros agricultores no han sido capaces de lograr una productividad agrícola, (kilogramos por hectárea) igual o cercana a la lograda en países como Italia, España, Estados Unidos y otros, especialmente en cereales y granos, como maíz, arroz, etc.

Tal "aseveración" nos hizo pensar que posiblemente al margen del desarrollo tecnológico, del manejo de los medios de producción en las unidades agrícolas, y de otros factores que influyen en la productividad, parecen existir factores exógenos que hacen que la productividad sea sustancialmente diferente, para los renglones señalados, entre el trópico y los países de clima templado.

HIPOTESIS

Basado en tales pensamientos, me surgió la idea de que si la producción de biomasa vegetal es el fruto de la actividad fotosintética, inducida por la energía radiante, horas de sol y calor, podría pensarse que estos factores estuviesen influyendo en forma determinante en los resultados de la productividad de los renglones agrícolas obtenidos en los dos grandes ecosistemas, templado y tropical, al margen de otros factores importantes⁽¹⁾.

METODOLOGIA

Con el objeto de verificar lo asertado o no, de la hipótesis señalada, me propuse a seguir la siguiente metodología de trabajo:

Escoger un grupo de países ubicados tanto en clima templado como en el tropical, que fuesen productores de cereales, para nuestro trabajo, maíz y arroz, ya que es más fácil la obtención de información de productividad, kilogramos por hectárea, de esos renglones.

Para los países elegidos, se buscaría información para los renglones señalados, correspondiente a dos periodos, uno que comprendiera los años antes y después de iniciada la llamada "revolución verde", desde 1969 a 1971,

ambos inclusive, y otro desde 1975 a 1977, también ambos inclusive, a la vez se le ubicaría a cada país su latitud media en grados, con el objeto de poder relacionar productividad con latitud.

Se elaborarán dos tablas, una para el renglón arroz, indicando su productividad para los años señalados, y la latitud del país, e igualmente, otra para el maíz.

Con tal información se realizaría análisis de varianza, para ello, se utilizarían los años como repeticiones y los países como variables; de haber significancia entre los países, se realizarían análisis de correlación y regresión entre productividad y latitud.

RESULTADOS

En las Tablas N° 1 y N° 2 se presentan los países seleccionados, con su productividad por año para el arroz y para el maíz, así como su latitud media.

Con estos datos se procedió de la siguiente manera:

1.- Se realizó análisis de varianza para la productividad del arroz, cuyos resultados se presentan en la Tabla N° 3. Como puede observarse no hubo diferencia significativa entre los años, mientras que el valor de F fue altamente significativa entre los países, siendo el factor que los diferencia, en este caso, la latitud.

2.- De la misma manera, se realizó el análisis para el caso del maíz, cuyos resultados se presentan en la Tabla N° 4. Se aprecia que hubo diferencias entre los años y alta significancia entre los países, en esto último similar al arroz. Podríamos explicar, la significancia entre los años, para el caso del maíz por la mayor influencia que tienen los factores climáticos, especialmente la lluvia sobre la productividad, ya que en el caso del arroz, este cultivo es fundamentalmente realizado bajo riego.

3.-Comprobada la alta variación de la productividad entre los países, procedimos a realizar un análisis de correlación y regresión entre la productividad por hectárea y la latitud, tanto para el arroz, como para el maíz, así como para las productividades de ambos tomadas como una sola información.

En la tabla N° 5 se presenta el análisis de Correlación, para el caso del arroz, entre la latitud expresada en grados y la productividad en kilogramos

por hectárea, podemos apreciar que el valor de R, coeficiente de correlación, fue de 0.539, y según la tabla de Snedecor⁽²⁾, para 15 grados de libertad, valores mayores de 0.482 son significantes al 5,00%.

En la tabla N° 6, se aprecian los resultados obtenidos con el análisis de correlación, para el caso del maíz, pudiendo apreciarse que el valor de R fue de 0,727 que para 17 grados de libertad es significativo al 1,00%.

De la misma manera, en la Tabla N° 7 presentamos los resultados de trabajar tanto con el arroz como el maíz en forma conjunta, es decir colocando los 36 datos de productividad y latitud como si fuese un mismo cultivo. Para los 34 grados de libertad se obtuvo un valor de R de 0,592, que según las tablas de Snedecor, hay diferencias altamente significativas.

En función del coeficiente de regresión y del intercepto, se hizo estimación de las posibles producciones para el último caso, cuyos datos se aprecian en la tabla N° 8.

Con las estimaciones obtenidas, se elaboró el gráfico N° 1 en donde se presentan los kilogramos por hectárea de los cereales y su relación con la latitud; pudiendo apreciarse como la productividad disminuye en la medida que nos acercamos al ecuador.

Con el objeto de conocer otros comportamientos de la latitud sobre la productividad, independiente del cultivo, separamos esta por hemisferios, Norte y Sur.

En la tabla N° 9 podemos observar, que hay correlación significativa entre la latitud Norte y la productividad, en cuanto a la latitud Sur, no es tan significativa, pero la tendencia es positiva, esto se puede apreciar en la tabla N° 10.

En función de la regresión realizamos estimaciones de la producción probable, tanto para el hemisferio Norte como para el Sur, cuyos datos se presentan en las tablas N° 11 y 12.

Con tales datos se elaboraron los gráficos N° 2 y 3 en donde se aprecia, de nuevo, lo señalado anteriormente, de que independiente de los dos cultivos, al acercarse los cultivos anuales al trópico la productividad disminuye.

Es, por otra parte, interesante señalar, bien conocido por cierto, que los climas templados se caracterizan por tener las cuatro estaciones durante el

año, pudiendo decir que su climatología es heterogénea, varía con cada mes del año, fundamentalmente en energía radiante, expresada en gramos calorías por centímetro cuadrado por día, de modo que hay meses en donde esta energía es sumamente baja, hasta el punto que restringe a la actividad biológica, por el contrario, en otros meses esta energía es muy alta.

Las zonas tropicales, por el contrario, se caracterizan por mayor homogeneidad en la energía radiante que reciben, sólo tiene época de lluvia o sequía. Cuando vemos los ecosistemas podemos apreciar que en los primeros, es contrario a su climatología, hay tendencia a ser más homogéneos en la medida que la latitud se hace más alta; por el contrario en el trópico, como lo señalé anteriormente, su clima es más homogéneo, especialmente en temperatura y luminosidad, pero sus ecosistemas son mas variados, es decir, mas heterogéneos.

Podemos, representar en un gráfico, los dos ecosistemas. En uno, climas templados, caracterizado por tener los meses correspondientes al otoño e invierno, con baja energía radiante y donde hay una reducción de la actividad biológica y en las estaciones de primavera y verano, tienen mayor longitud del día y energía que el anterior, en este período la energía radiante en los climas templados es mayor que en los trópicos. En estos, por el contrario, si consideramos la energía que anualmente reciben las plantas es indudable que en los trópicos es mayor que en los climas templados.

En los gráficos N° 4 y 5, presento en forma aproximada la distribución de la energía radiante, expresada en gramos calorías por centímetro cuadrado, de los dos ecosistemas, el templado y el tropical, en ellos podemos apreciar lo que hemos expresado anteriormente.

En función de los resultados obtenidos, podemos hacer algunos cálculos fundamentados en la teoría cuántica de la luz, que nos permitiría verificar los anteriores resultados. Para su mejor comprensión, me voy a permitir recordar, algo bastante conocido, pero que me daría pie para los cálculos posteriores, me refiero a los distintos tipos de ondas electromagnéticas generadas en el sol, expresada en nonámetros:

Rayos Gamma que tienen entre	0.01 a 0,14 nm.
Rayos X entre	0,06 a 10,20 nm.
Ultravioleta entre	13,60 a 390,00 nm
Luz visible entre	390,00 a 760,00 nm
Infrarojo entre	770,00 a 4×10^6
Ondas de Radio	$2,2^5$ a 10^{14}

De todas estas clases de ondas, las más importantes para el estudio que vamos a realizar son las llamadas “visibles”, por ser estas las utilizadas por las plantas para la función clorofiliana.

En 1900, Plank desarrolló la teoría cuántica de la luz, la de los “fotones” y a su vez señaló la energía que contiene cada unidad de ellos expresada por la fórmula:

$$E = h \times v \text{ en ergios}$$

h es igual a una constante, conocida con el nombre de CONSTANTE PLANK que es igual a $6,55 \times 10^{-27}$ y v representa la frecuencia de la onda electromagnética.

Para los efectos del trabajo que estoy presentando requerimos expresar la energía del fotón, en lugar de ergios en gramos calorías, y para ello recordamos que una caloría equivale a:

$$4,186 \times 10^7 \text{ ergios}$$

De modo que la energía de un fotón expresada en gramos caloría sería:

$15,6473 \times 10^{-35} \times v$ La frecuencia ó $v = \text{Velocidad de la luz dividida por la longitud de la onda.}$

Se ha denominado un EINSTEIN DE LUZ a un mol de fotones, para ello, me permito recordar, que un MOL tiene $6,06 \times 10^{23}$ moléculas, y por extensión se aplica a los fotones, de modo que un EINSTEIN, tiene la siguiente energía:

$$15,6473 \times 10^{-35} \times 6,06 \times 10^{23} \times F = 94,8226 \times 10^{-12} \times F$$

Si utilizamos como longitud media de la luz visible una cifra de 54550 nonámetros, en función de la velocidad de la luz, llegaremos a la conclusión que la frecuencia será de: 55×10^{13} .

Cantidad que proviene de $3 \times 10^{17}/545,5$

La cantidad de calorías que contiene la luz visible, media sería:

$$94,8226 \times 10^{-12} \times 55 \times 10^{13} = 52.153 \text{ calorías}$$

De acuerdo con los estudios realizados se ha demostrado que por cada EINSTEIN absorbido se produce un décimo de mol de CH_2O , es decir que se requieren 10 Einstein para obtener un mol de Hidrato de Carbono.

Con el objeto de calcular teóricamente la producción, podemos utilizar lo señalado por Army y Greer, en su trabajo sobre "Photosíntesis and Crop Production"⁽³⁾, donde calcula la materia orgánica producida por día sólo en función de la energía radiante.

En nuestro caso para las dos zonas, tropical y templada en un momento dado, podemos lograr los siguientes resultados: Para una zona de clima templado, con promedio en 5 meses de 600 grs/cal/cm². podemos hacer los siguientes cálculos:

Energía Radiante	600 grs/cal/cm ²
Aprovechamiento la Planta (Visible: 44%)	240/grs/cal/cm ²
Einstein (52.152 cal = 1).....	4602 microE/cm ²
Relación Incidencia/Absorbencia	0.8344
Einstein Absorbidos	3.840 microE/cm ²
10 Einstein producen un mol de CH_2O	384 Micro Mol CH_2O
Gastado en Respiración (30%) Quedan.....	268,8 Micro Mol CH_2O
1 mol de CH_2O son 30 grs	0,0081 grs/cm ²
Por mt ² 1 = 10.000 cm ²).....	81,0 grs de M.O-mt ²

Tal cifra, teórica, equivale a 810 kilogramos de materia orgánica por día por hectárea.

En una zona tropical, con una energía radiante promedio de 400 gramos calorías por centímetro cuadrado se lograría, teóricamente, haciendo los mismos cálculos: 591 kgs M.O/Ha/día.

Las plantas poseen, en términos generales, unos 8% de nutrientes, de modo que los 81,00 grs. por metro cuadrado se convertirán en cerca de 87,50 gramos de materia seca por metro cuadrado. Si consideramos un ciclo de 100 días para el cultivo, y de ellos se pierda un 60%, desde la siembra, período de crecimiento, espacio entre hileras, curva diaria de fotosíntesis, se podrían obtener:

Para la zona de 500 grs/cal.....3200 grs/mt² se obtendrían teóricamente cerca de 52 toneladas de materia seca por hectárea. Por el contrario en la otra región: que puede producir 591,00 kgs. por hectárea por día, para los mismos parámetros de nutrientes y tiempo, se podrán obtener 38,25 toneladas.

Como se ha señalado tales datos son sólo un fundamento teórico, pero nos sirve para ratificar, una vez más, la veracidad del planteamiento fundamental.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A la luz de los resultados presentados en el trabajo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. En los climas templados, en un período determinado, el ecosistema recibe mayor energía que en los climas tropicales y por el contrario en estos, el ecosistema en todo el año recibe mayor energía que en los templados.

2. En los climas templados, debido a la mayor energía en un momento determinado, se logra mayor productividad agrícola que en los trópicos con cultivares de ciclo corto, y en estos climas, las plantas de ciclo largo producirán más que en los templados.

3. Podemos decir que los cultivares de clima templado tienen un “subsidio” energético de la naturaleza.

En función de estas conclusiones, podemos hacer las siguientes:

RECOMENDACIONES

1. Para lograr alcanzar mayor productividad por hectárea que en los climas templados, debemos aprovechar las condiciones de la mayor estabilidad en la energía que tiene el trópico y lograr dos cosechas al año, superando así la productividad expresada en hectárea por año.

2. Es posible mejorar la captación de energía, cambiando el fenotipo de las plantas, como han señalado algunos investigadores⁽³⁾, logrando plantas de menor tamaño, y con una configuración tal que sus hojas sean erectas y verticales; de esta manera se lograría una mayor población de plantas por hectárea.

3. Si los cultivares de ciclo corto, que son los fundamentalmente alimenticios, como los cereales y los granos, tienen un subsidio energético por la naturaleza en los climas templados, no es justo que se pongan a competir en eficiencia con los cultivares desarrollados en los trópicos. Quizás sea oportuno señalar que en el mundo hay tres grandes culturas “alimentarias”, la cultura del “trigo”, desarrollada en los países europeos, la cultura del “arroz”, desarrollada en los países del oriente y la del MAIZ, eminentemente Caribe, es decir nuestro. Nuestra existencia como pueblo se le debe fundamentalmente a este cereal.

De la misma manera, el de poner nuestra agricultura, a competir libremente con los productos agrícolas de otros países especialmente los cultivares de ciclo corto, es pretender lograr lo imposible, dados los resultados de la investigación que presentamos, sin olvidar que en los países desarrollados la gran mayoría de esos productos están siendo subsidiados, para competir en los mercados internacionales y que tienen además, las mejores tecnologías fruto de las investigaciones que realizan sus centros universitarios; sus agricultores son los mejor preparados, así que es una competencia altamente desleal.

BIBLIOGRAFIA

1. Gómez Alvarez, Felipe. 1972. La agricultura posible en los Trópicos y su Tecnología. Boletín Informativo de la Sociedad de Ingenieros Agrónomos. No. 4, pgs. 11 a 15.
2. Snédecor, George W., 1948. Métodos Estadística. Su aplicación a Experimentos en Agricultura y Biología. Trad. Antonio E. Marino. Edi. Acme Agency. Bns. Aires.
3. Army, T.J. y a Greer. 1967. Photosynthesis and Crop Production System. En Harvestin the Sun. Photosynthesis in Plant Life. pgs. 321 a 332. Edi. Academy Press. New York.

TABLA No. 1
PRODUCTIVIDAD DEL ARROZ EN KGS./HA. PAISES SEÑALADOS

PAISES	MUNDARROZ										LATITUD
	1969	1970	1971	1975	1976	1977	TOTAL	PROMEDIO			
ALBANIA	2680.00	2680.00	3330.00	3380.00	3533.00	3600.00	19203.00	3200.50			41.00
FRANCIA	3740.00	3870.00	3830.00	4157.00	3642.00	2790.00	22029.00	3671.50			46.00
GRECIA	4530.00	5160.00	5000.00	5100.00	3905.00	4842.00	28537.00	4756.17			39.00
ITALIA	5100.00	5300.00	5100.00	5806.00	4892.00	3865.00	30063.00	5010.50			42.00
ESPAÑA	6400.00	6160.00	5890.00	6098.00	6347.00	5896.00	36791.00	6131.83			39.00
ESTD. UNID.	4790.00	5120.00	5200.00	5109.00	5227.00	4945.00	30391.00	5065.17			40.00
MEJICO	2840.00	2860.00	2550.00	2792.00	2907.00	2780.00	16729.00	2788.17			22.00
ARGENTINA	3940.00	3990.00	3730.00	3795.00	3541.00	3532.00	22528.00	3754.67			38.00
BRASIL	1360.00	1640.00	1400.00	1428.00	1452.00	1656.00	8936.00	1489.33			25.00
COLOMBIA	2770.00	2970.00	3260.00	4330.00	4265.00	3895.00	21493.00	3582.17			5.00
ECUADOR	1920.00	1920.00	1880.00	2860.00	2737.00	2752.00	14069.00	2344.83			1.00
PARAGUAY	2660.00	2780.00	2090.00	1990.00	2020.00	2500.00	14040.00	2340.00			23.00
VENEZUELA	2060.00	1730.00	1360.00	3196.00	2980.00	3441.00	14767.00	2461.17			10.00
BIRMANIA	1710.00	1690.00	1690.00	1816.00	1799.00	1819.00	10524.00	1754.00			15.00
TAIWAN	3870.00	3490.00	3420.00	3507.00	3518.00	3546.00	21351.00	3558.50			23.00
JAPON	5550.00	5640.00	5250.00	6187.00	5503.00	6166.00	34296.00	5716.00			35.00
AUSTRALIA	7600.00	6220.00	7380.00	5135.00	5575.00	5761.00	37671.00	6278.50			25.00
TOTALES	63520.00	63220.00	62360.00	66689.00	63843.00	63786.00	383418.00	3759.00			

Fuente: Anuario Producción Agrícola de la FAO.

TABLA No. 2
PRODUCTIVIDAD DEL MAIZ EN KGS/HA PAISES SEÑALADOS

PAISES	MUNDMAIZ										LATITUD
	1969	1970	1971	1975	1976	1977	TOTAL	PROMEDIO			
ALBANIA	1480.00	1480.00	2000.00	2065.00	2240.00	2500.00	11765.00	1960.83			41.00
FRANCIA	4840.00	5010.00	5360.00	4188.00	40.22.00	5294.00	28714.00	4785.67			46.00
GRECIA	2670.00	3310.00	3330.00	3843.00	3976.00	4310.00	21439.00	3573.17			39.00
ITALIA	4510.00	4350.00	4780.00	5938.00	5985.00	6568.00	32131.00	5355.17			42.00
ESPAÑA	3050.00	3150.00	3720.00	3699.00	3493.00	4235.00	21347.00	3557.83			39.00
EST. UNID.	5270.00	4500.00	5450.00	5420.00	5517.00	5700.00	31857.00	5309.50			40.00
MEJICO	1110.00	1200.00	1190.00	1264.00	1182.00	1217.00	7163.00	1193.83			38.00
ARGENTINA	1930.00	2330.00	2440.00	2580.00	2117.00	3278.00	14603.00	2433.83			38.00
BRASIL	1310.00	1470.00	1660.00	1566.00	1597.00	1637.00	9240.00	1540.00			25.00
COLOMBIA	1200.00	1250.00	1280.00	1262.00	1365.00	1246.00	7603.00	1267.17			5.00
ECUADOR	560.00	570.00	690.00	994.00	904.00	908.00	4626.00	771.00			1.00
PARAGUAY	1200.00	1290.00	1500.00	1351.00	1366.00	1354.00	8061.00	1343.50			23.00
VENEZUELA	1050.00	1200.00	1210.00	1291.00	1089.00	1452.00	7292.00	1215.33			10.00
BIRMANIA	940.00	940.00	1330.00	457.00	455.00	500.00	4622.00	770.33			15.00
TAIWAN	2350.00	2900.00	2790.00	2980.00	2990.00	2962.00	16972.00	2828.67			23.00
JAPON	2670.00	3220.00	3000.00	2600.00	2750.00	2667.00	16907.00	2817.83			35.00
KENIA	1360.00	1230.00	1270.00	1280.00	1240.00	1360.00	7740.00	1290.00			1.00
AUSTRALIA	2260.00	2610.00	2910.00	2588.00	2799.00	2717.00	15884.00	2647.33			25.00
ISRAEL	3760.00	3680.00	4900.00	5795.00	5669.00	5600.00	29404.00	4900.67			32.00
TOTALES	43520.00	45690.00	50810.00	51089.00	50756.00	55505.00	297370.00	2608.51			

Fuente: Anuario Producción Agrícola de la FAO.

TABLA No. 3

ESTARROZ. WS5

ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA PRODUCTIVIDAD
DEL ARROZ EN KGS/HA

	G.L.	REMANENTE	VARIANZA	F
TOTAL	101	23.712,55		
AÑOS	5	63,36	12,67	0,5384
PAISES	16	21.766,53	1.360,41	57,81**
ERROR	80	1.882,66	23,53	

Los datos fueron obtenidos de la tabla de productividad en kilos por hectárea, del Anuario de Producción Agrícola de la FAO y que presentamos en la Tabla No. 1.

Puede observarse que entre AÑOS, no hay ninguna de significancia, por el contrario entre países, cuyas diferencias se refieren a la latitud, hay una alta significancia.

TABLA No. 4

ESTEMAIZ. WS5

ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA PRODUCTIVIDAD
DEL MAIZ EN KGS/HA

	G.L.	REMANENTE	VARIANZA	F
TOTAL	113	28.304,72		
AÑOS	5	484,91	96,98	6,67*
PAISES	18	26.511,75	1.472,88	101,33**
ERROR	90	1.308,06	14,53	

Los datos fueron obtenidos de la tabla de productividad en kilos por hectárea, del Anuario de Producción Agrícola de la FAO que presentamos en la Tabla No. 2.

Puede observarse que entre AÑOS, hay cierta significancia, por el contrario entre países, cuyas diferencias se refieren a la latitud, hay una muy alta significancia.

TABLA No. 5

CORRELACION Y REGRESION LINEAL

VARIABLE X: LATITUD

VARIABLE Y: KGS/HA ARROZ

MEDIA DE X = 27.58824 MEDIA DE Y = 3759.001

S.D. DE X = 13.4517

S.D. DE Y = 1460.812

NUMERO DE PARES (N) = 17

COEFICIENTE DE CORRELACION (R) = .539

GRADOS DE LIBERTAD (DF) = 15

PENDIENTE DE LA LINEA = 58.49382

INTERCEPTO PARA LA LINEA = 2145.26

TABLA No. 6

CORRELACION Y REGRESION LINEAL

VARIABLE X: LATITUD

VARIABLE Y: KGS/HA MAIZ

MEDIA DE X = 27.26316 MEDIA DE Y = 2548.455

S.D. DE X = 14.28596

S.D. DE Y = 1474.528

NUMERO DE PARES (N) = 19

COEFICIENTE DE CORRELACION (R) = .727

GRADOS DE LIBERTAD (DF) = 17

PENDIENTE DE LA LINEA = 75.03983

INTERCEPTO PARA LA LINEA = 502.6326

TABLA No. 7

CORRELACION Y REGRESION LINEAL

VARIABLE X: LATITUD

VARIABLE Y: KGS/HA CEREALES

MEDIA DE X = 27.41667 MEDIA DE Y = 3151.797

S.D. DE X = 13.89919

S.D. DE Y = 1601.56

NUMERO DE PARES (N) = 36

COEFICIENTE DE CORRELACION (R) = .592

GRADOS DE LIBERTAD (DF) = 34

PENDIENTE DE LA LINEA = 68.16463

INTERCEPTO PARA LA LINEA = 1282.95

TABLA No. 8

PREDCERE

**PREDICCIÓN PRODUCTIVIDAD CEREALES
PARA LA LATITUD**

LATITUD: GRADOS	PREDICCIÓN DE Y:
46	4418,523
40	4009,535
38	3873,205
35	3668,712
25	2987,065
22	2782,571
15	2305,419
10	1964,596
05	1623,773
01	1351,114

TABLA No. 9

CORRELACION Y REGRESION LINEAL

VARIABLE X: LATITUD NORTE

VARIABLE Y: KGS/HA CEREALES

MEDIA DE X = 26.92593 MEDIA DE Y = 3307.506

S.D. DE X = 15.57521

S.D. DE Y = 1564.462

NUMERO DE PARES (N) = 27

COEFICIENTE DE CORRELACION (R) = .738

GRADOS DE LIBERTAD (DF) = 25

PENDIENTE DE LA LINEA = 74.09337

INTERCEPTO PARA LA LINEA = 1312.474

TABLA No. 10

CORRELACION Y REGRESION LINEAL

VARIABLE X: LATITUD SUR

VARIABLE Y: KGS/HA CEREALES

MEDIA DE X = 21.91667 MEDIA DE Y = 2286.318

S.D. DE X = 13.31953

S.D. DE Y = 1440.12

NUMERO DE PARES (N) = 12

COEFICIENTE DE CORRELACION (R) = .293

GRADOS DE LIBERTAD (DF) = 10

PENDIENTE DE LA LINEA = 31.68614

INTERCEPTO PARA LA LINEA = 1591.864

TABLA No. 11

NORCEREA

**PREDICCION PRODUCTIVIDAD CEREALES
PARA NORTE**

LATITUD: GRADOS	PREDICCION DE Y:
45	4720,769
40	4276,209
35	3905,742
30	3673,462
25	3164,808
15	2423,874
10	2053,407
05	1682,94
01	1386,567

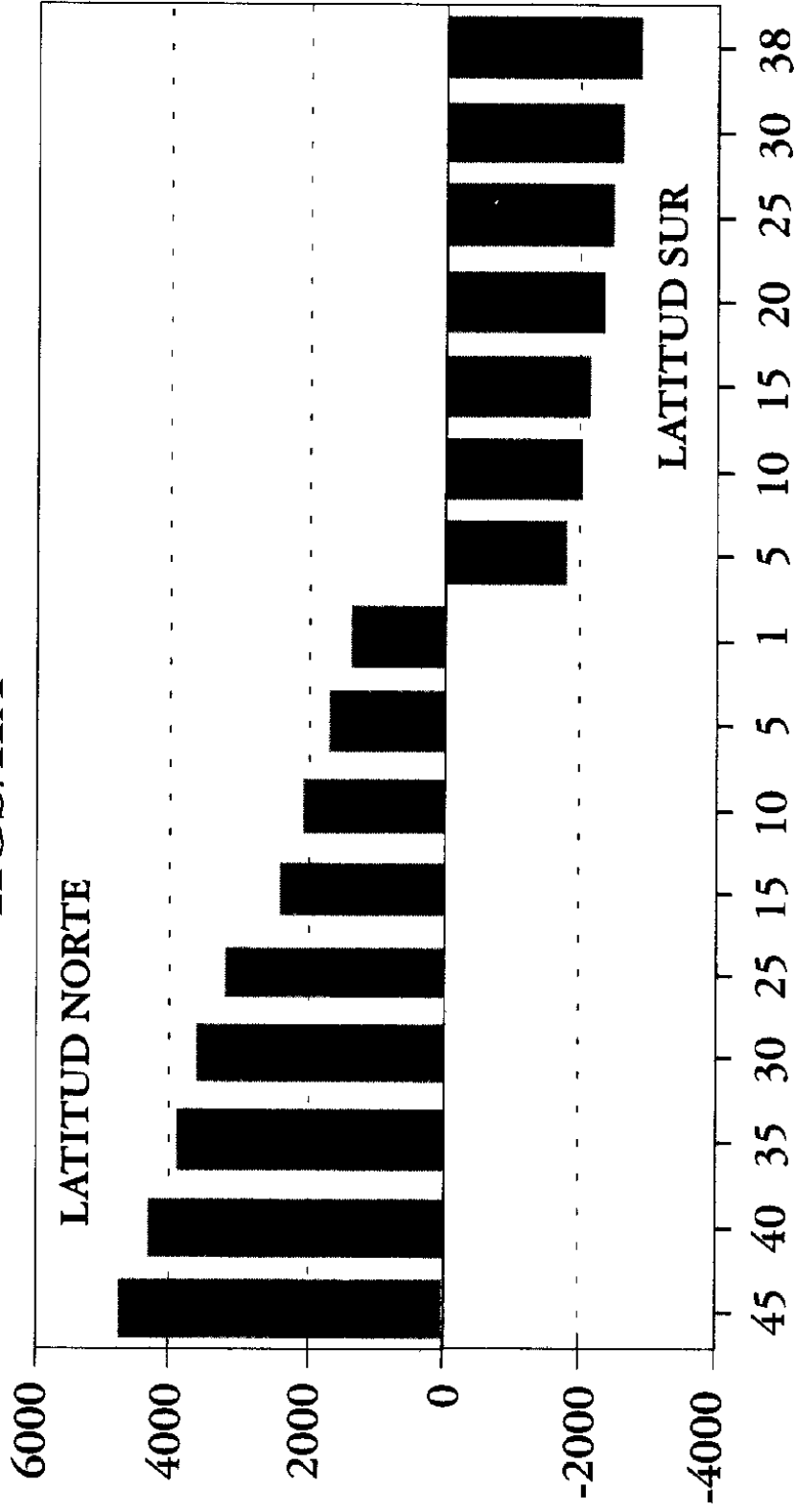
TABLA No. 12

SURCEREA

**PREDICCION PRODUCTIVIDAD CEREALES
PARA HEMISFERIO SUR**

LATITUD: GRADOS	PREDICCION DE Y:
38	2795,937
30	2542,448
25	2225,587
15	2067,156
10	1908,725
05	1750,294

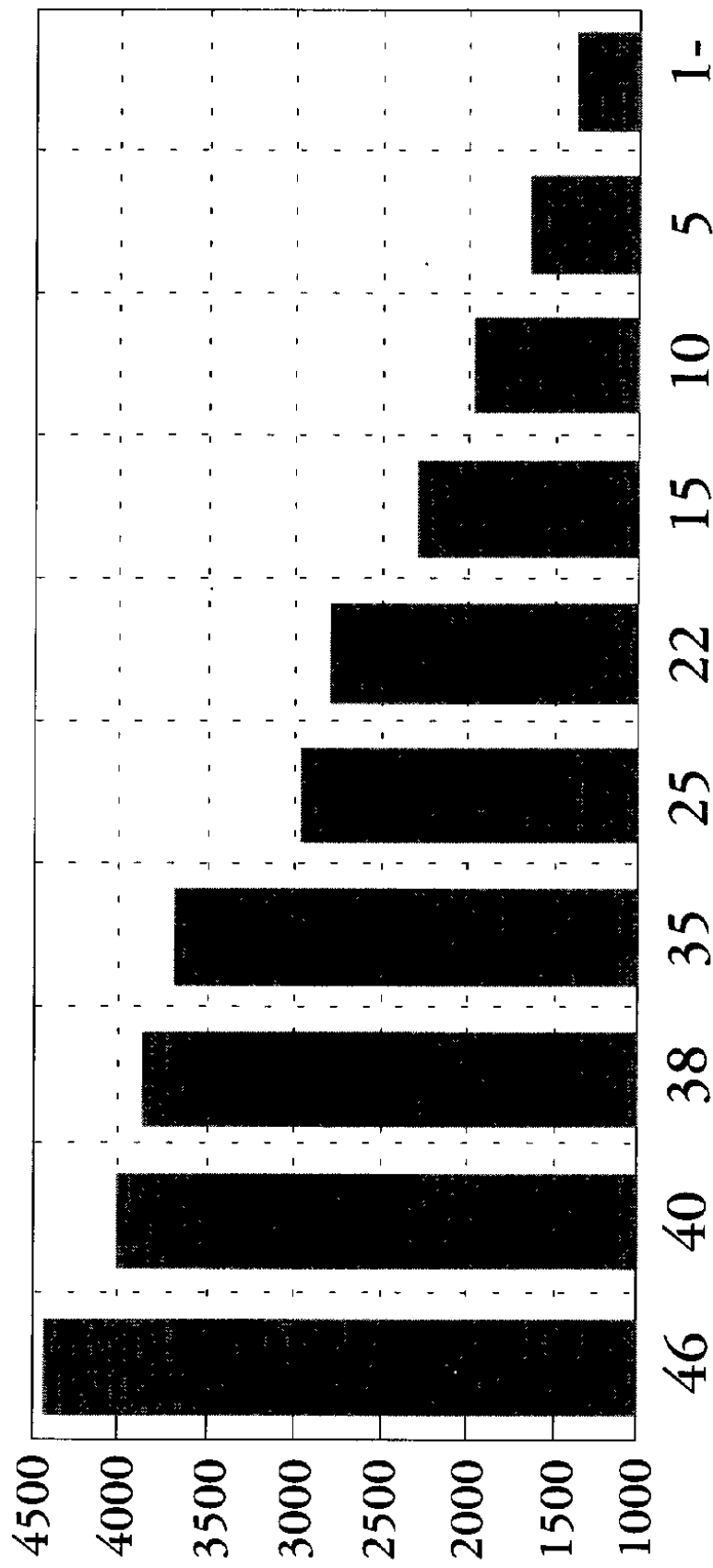
GRAFICO 1 PRODUCTIVIDAD CEREALES KGS/HA



LATITUD: NORTE Y SUR
■ PRODUCTIVIDAD: KGS/HA

PROPIO

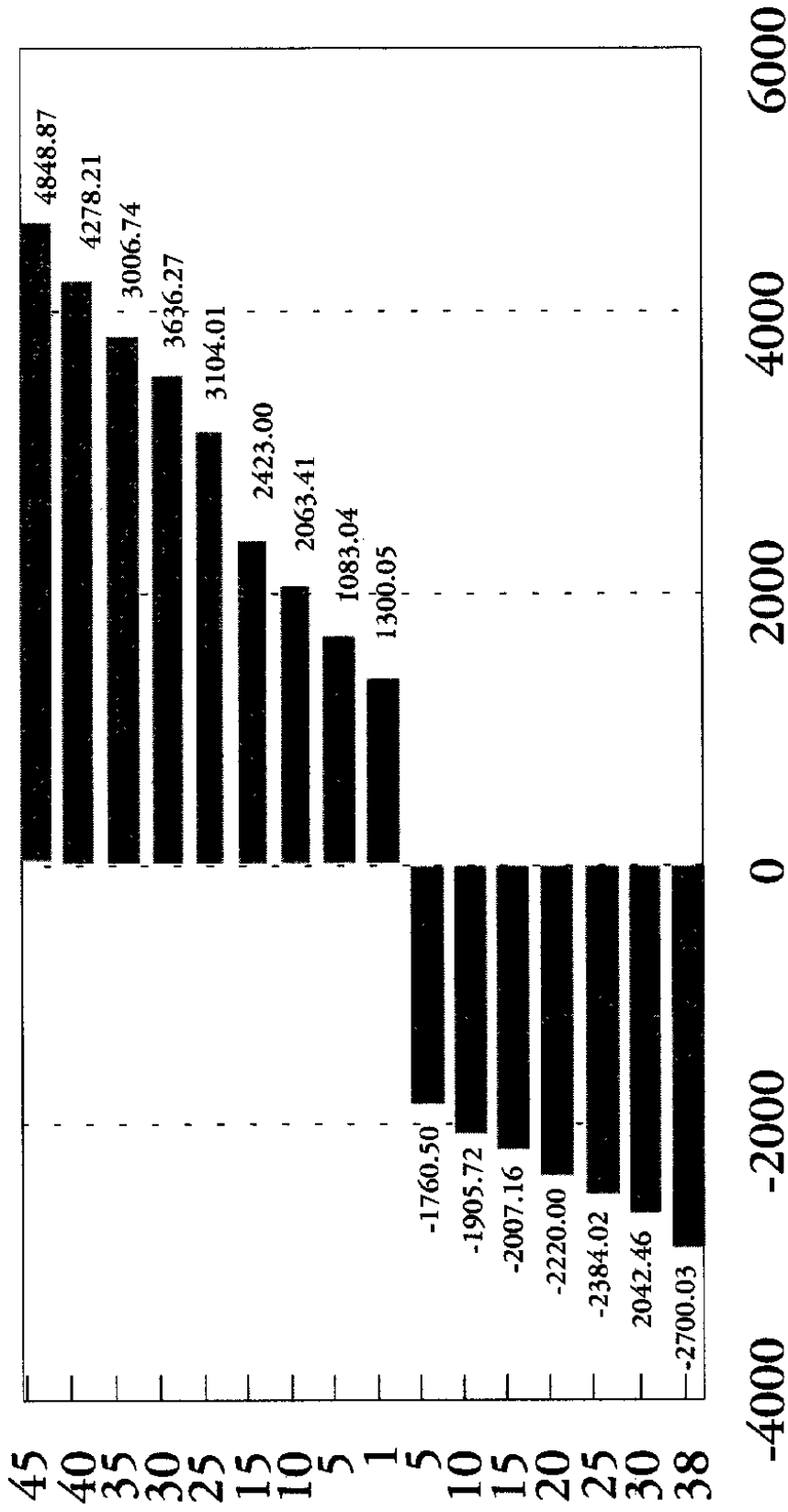
GRAFICO 2
PRODUCTIVIDAD CEREALES Y LATITUD
KGS/HA



■ PRODUCTIVIDAD: KGS/HA

GRAFICO 3 PRODUCTIVIDAD CEREALES KGS/HA

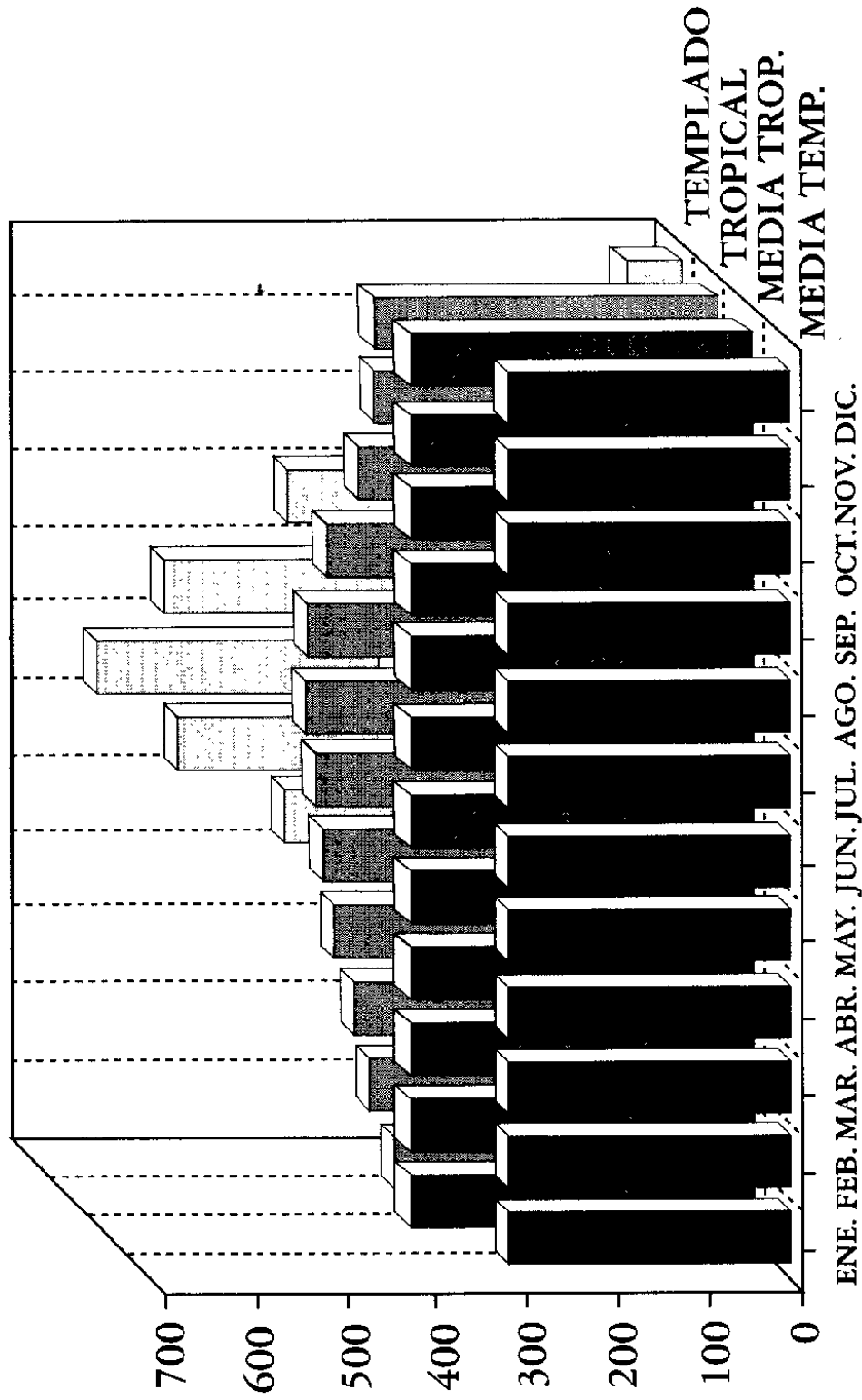
LATITUD



■ SUR Y NORTE

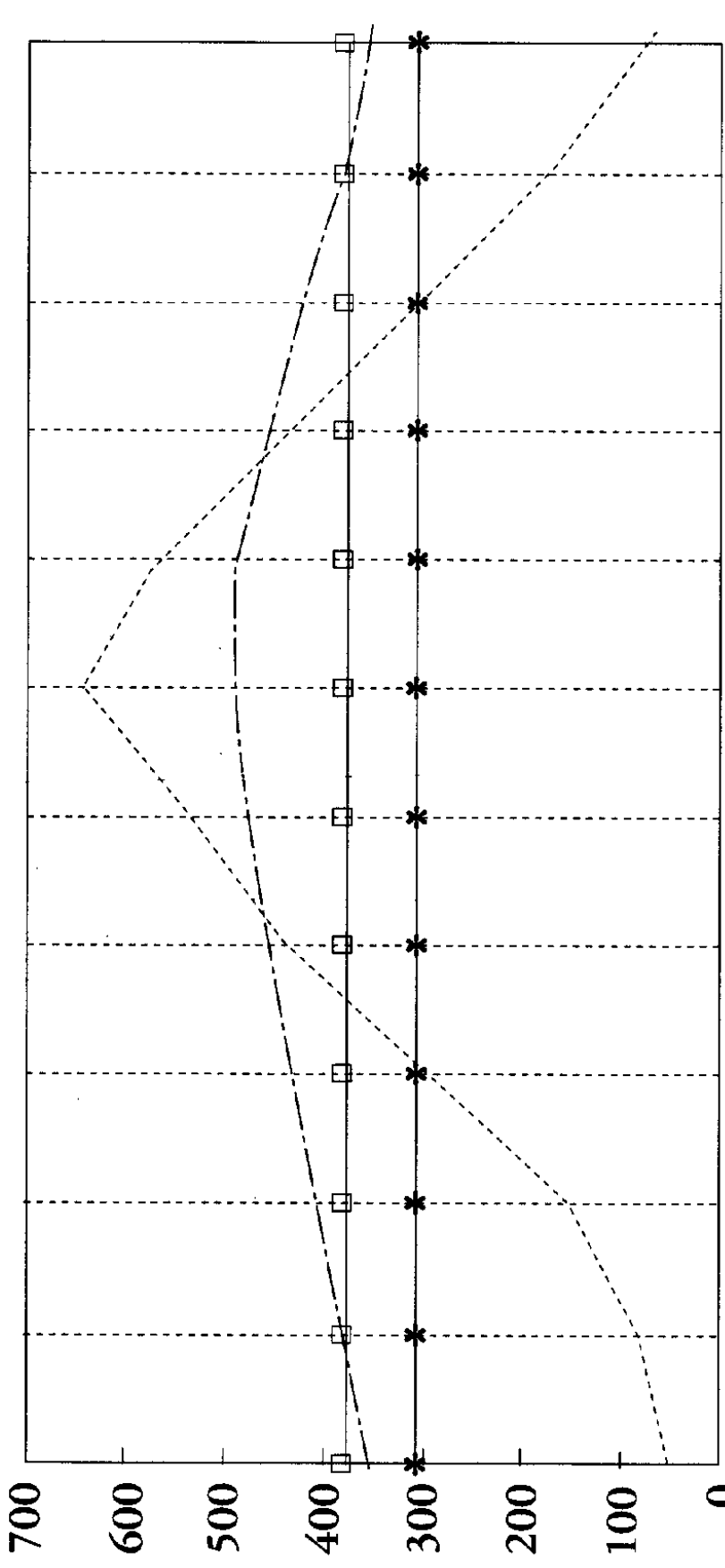
PROPIO

GRAFICO 4
ENERGIA RADIANTE TEMPLADO VS. TROPICO
GRAMOS CALORIAS CMS./CUADRADO



PROPIO

GRAFICO 5
ENERGIA RADIANTE TEMPLADO VS. TROPICO
GRAMOS CALORIAS CMS./CUADRADO



ENE. FEB. MAR. ABR. MAY. JUN. JUL. AGO. SEP. OCT. NOV. DIC.
MESES

—+— TEMPLADO —*— TROPICAL —□— MEDIA TEMP.