

3271

LOS FACTORES, NITROGENO, FOSFORO, DENSIDAD DE POBLACION Y
ARREGLO TOPOLOGICO COMO LIMITANTES DE LA PRODUCCION DE
MAIZ EN LOS VALLES DE QUETZALTENANGO, GUATEMALA. *

Werner Schmooch Pivaral **

El equipo de prueba de tecnología "A" tiene como objetivo principal probar y transferir tecnología cuando considera que está no es confiable, no es suficiente, debe generarla para lograr como meta final un mayor bienestar social y económico del agricultor y su familia.

Para las condiciones del altiplano de Guatemala, y específicamente en este trabajo, para los valles de Quezaltenango, donde la tenencia de la tierra es en unidades productivas pequeñas (minifundios), se probó tecnología generada con anterioridad, en 20 parcelas de prueba y se condujeron 7 experimentos tendientes a buscar óptimos económicos en los factores que se consideraron como limitantes principales de la producción así: Nitrógeno, fósforo y densidad de población y más adelante se consideró también como limitante el arreglo topológico de las plantas (distribución en el campo), para la cual se condujeron 16 experimentos tendientes a estudiar este factor, además de el nitrógeno y el fósforo ya mencionados anteriormente. Al primer grupo de experimentos se les llamará de aquí en adelante los generados por la matriz "A" y al segundo los generados por la matriz "B".

EXPERIMENTOS

La matriz experimental fue la Plan Puebla I, que genera 14 tratamientos para los 3 factores en estudio. El diseño experimental fue de bloques al azar con 3 repeticiones. El tamaño de la parcela experimental fue de 18 y 20 metros cuadrados para los matices A y B respectivamente; no se consideraron bordes entre tratamientos.

Los dos grupos de experimentos estuvieron localizados en los municipios de Cantel, Salcajá, Orintepeque, La Esperanza, San Mateo, Ostuncalco, San Miguel Sigüilá y Cajolá del departamento de Quezaltenango y San Andrés Xecúl del Departamento de Totonicapán.

MATRIZ "A": los rendimientos a nivel de tratamiento para este grupo de experimentos se presentan en el Cuadro 1, en donde se puede ver que, la medida general fue de 662 Kg/Ha; el experimento que rindió menos fue el 17 con 5172 Kg/Ha, el que rindió más, fue el 51 con 7544 Kg/Ha, esto de una diferencia cerca de 2.3 Tm/Ha indicando que con estos experimentos se muestrearon diferencias apreciables en cuanto a variaciones de clima,

* Trabajo presentado en la XXII Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica, Julio, 1976.

** ICTA, Guatemala.

suelo y manejo, Por otro lado en las medidas generales de los tratamientos generados por la matriz se observa que al pasar de 30 a 120 Kg/Ha de N, tratamientos 9 y 10 (30 - 20 - 45 y 120 - 40 - 50) se incrementan los rendimientos en cerca de 2 Tm/Ha, es de notarse que este incremento no es debido unicamente a los 90 Kg de N, porque tambien se incrementó en 20 Kg de P_2O_5 y en 5,000 plantas al pasar del trat. 9 al 10. La respuesta a fósforo no es tan marcada, pero observando siempre los extremos de la matriz para este factor, Trat. 11 y 12 (60 - 0 - 45 y 90 - 50), se observa un incremento de 1.3 Tm/Ha, debido en parte al efecto del fósforo y a los 30 Kg/ de N. para la Densidad de Población (DP) observando los trats. 13 y 14 (60 - 20 - 40) y (90 - 40 - 55) se aprecia un incremento de aproximación 1.3 Tm/Ha, pero a parte del incremento se puede responsabilizar a los 30 Kg/ de N, y 20 de P_2O_5 .

En el Cuadro 2 se presentan los resultados para el grupo de experimentos con la matriz "B" en la que se estudiaron los factores N, P_2O_5 y A.T. (arreglo topológico), el rendimiento promedio de los 16 experimentos fue de 5231 Kg/Ha, el que menos rindió fue el 44 con 4037 Kg/Ha de diferencia, (más de lo que rindió el Exp. 44) fueron muestreados diferencias significativas del clima, del suelo y del manejo en la localización de los sitios. En cambio al observar las medias de los tratamientos, se notan incrementos menores que para el grupo de experimentos anteriores, así para los trat. 9 y 10, extemós para el factor N* o sea pasar de 60 a 150 Kg/Ha de N el incremento es de aproximadamente 1 Tm/Ha. Al pasar de 0 a 60 Kg de P_2O_5 /Ha (Trat. 11 y 12) tambien 1 Tm/Ha. Y al cambiar el arreglo topológico (trat. 13 y 14), pasar de 6 a 3 plantas por mata, un incremento de 0.75 Tm/Ha.

Para los resultados de la matriz "C", donde se estudió N, P_2O_5 y Materia Orgánica, vease el informe presentado por el Ing. Victor Hugo García. Y para los resultados de los experimentos en relevos vease al informe del Ing. Alvaro R. Del C. S.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados del análisis de varianza para los experimentos con la matriz "A" y "B", e indica que en el 52% de ellos existió afecto de tratamientos con una probabilidad de cometer error tipo I del 5%. En el 28% de los experimentos la distribución de las repeticiones para reducir el error experimental fue eficaz, con una probabilidad de cometer error tipo I del 5%, en el 72% restante la distribución de las repeticiones no contribuyó grandemente a reducir el error experimental.

Se puede apreciar tambien que el cuadro medio del error experimental (CMEE) fluctuó de 166,261 a 1,549,306 con una media de 651,852, valores que indican que se pueden catalogar los experimentos de buenos a regulares. El coeficiente de variación (C.V.) fluctuó de 9 a 13.7 % con una media de 13.6% que son valores que regularmente se obtienen en este tipo de trabajo.

*Deben de considerarse las estructuras que existen con los otros factores al efectuarse las comparaciones entre las prolongaciones del cubo, para cada factor.

de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de población. Quetzaltenango 1975.

Kg/Ha.

Trat. No.	TRATAMIENTO			Experimento No.							
	N	P ₂ O ₅	DP								
	Kg/Ha	Kg/Ha	mlas Ptas/Ha	07	15	17	35	49	51	58	Medias
01	60	20	45	6637	7318	4057	5773	6923	6928	5851	6212
02	60	20	50	6670	6854	4633	6113	7087	6893	5305	6208
03	60	40	45	6724	5905	4910	4976	6057	6935	5466	5853
04	60	40	50	7286	6650	4640	5998	7646	8102	6111	6633
05	90	20	45	8077	6825	5791	6755	7633	7658	6679	7060
06	90	20	50	7851	2338	6110	7131	7419	8130	6668	7393
07	90	40	45	7385	7760	5733	6986	8577	8811	6727	7377
08	90	40	50	6987	8678	5200	6273	8325	7247	5789	7214
09	30	20	45	5719	7256	3129	5150	6409	6992	3666	5474
10	120	40	50	9110	7475	6991	6534	7360	8708	6619	7542
11	60	0	45	6440	5291	4736	5340	6160	6066	4740	5539
12	90	60	50	8593	7378	5626	5816	7295	---	6150	6850
13	60	20	40	6621	7491	4853	5789	6857	7319	5003	6285
14	90	40	55	8891	8278	5762	7024	8304	8488	6667	7631

Media.	7504	7250	5172	6103	7250	7621	5822	6662
DMS al 5 %	1285	1772	1533	1740	1638	2024	1385	725
C.V.	10.2	14.6	15.4	17.0	13.4	15.6	14.2	5.45

Cuadro 2. Respuestas del maíz en grano comercial con 15% de humedad a las aplicaciones de Nitrógeno, Fósforo y arreglo topológico. Quetzaltenango, 1975.

Kg/Ha

Trat. No.	TRATAMIENTO			EXPERIMENTO No.							
	N Kg/Ha	P ₂ O ₅ Kg/Ha	A. T. Plantas Mata.	03	04	12	26	29	30	38	42
01	90	20	5	4685	6537	5462	8973	5740	4955	5465	3774
02	90	20	4	5445	6826	5767	8532	6234	4489	5777	3799
03	90	40	5	4457	7783	4574	7790	5454	4766	5510	4149
04	90	40	4	4870	9150	4569	9302	5968	5350	5582	5619
05	120	20	5	5549	7690	5702	8509	6023	5428	5880	4382
06	120	20	4	5181	6610	4545	8817	5501	4777	5385	5001
07	120	40	5	5002	5979	4750	8613	6056	5395	5075	4388
08	120	40	4	5589	7034	5041	9507	6533	4635	5662	4991
09	60	20	5	5921	6465	4768	9003	4731	4539	5360	3625
10	150	40	4	5522	6902	5329	8736	6736	5043	5797	4738
11	90	0	5	4583	6836	4494	6099	5540	4714	4442	3373
12	120	60	4	5517	8123	5757	9107	6278	5263	5735	4187
13	90	20	6	5302	6367	4498	6631	5687	5820	5589	4686
14	120	40	3	5586	7065	6440	9654	5919	4869	5427	4743
Medias				5093	7026	5121	8499	5961	5003	5570	4366
DMS al 5%				1053	2089	1410	2019	902	893	1334	1243
C.V.				12.3	17.7	16.4	14.1	9.0	10.6	14.3	13.5

Cuadro 2. (continuación)

Trat. No.	TRATAMIENTO			EXPERIMENTO No.								
	N Kg/Ha	P ₂ O ₅ Kg/Ha	A.T. Planta/mata	44	45	53	54	56	60	62	65	Medias
01	90	20	5	3261	3703	4986	4916	4545	4088	4524	3636	4953
02	90	20	4	3751	3942	5420	4789	5183	4228	4065	3810	5128
03	90	40	5	3978	3822	5047	4831	4712	4449	4116	4019	4966
04	90	40	4	4478	3668	5802	4199	5199	5015	4567	4435	5424
05	120	20	5	3767	4372	4142	4808	4837	4381	4408	3881	5238
06	120	20	4	3533	4705	6088	4908	5589	4466	5153	4349	5463
07	120	40	5	3864	4176	4551	4700	5070	5076	4482	3666	5053
08	120	40	4	4016	4852	5677	5367	5104	4779	5045	4702	5533
09	60	20	5	3225	2825	5307	4402	4329	4030	4160	3978	4666
10	150	40	4	4328	5877	5509	5538	5679	5643	5084	4008	5632
11	90	0	5	4089	3372	4871	3564	5149	4250	3490	4292	4572
12	120	60	4	4141	4808	4503	5131	6010	5317	5062	4694	5602
13	90	20	6	3542	4173	4741	5139	4552	4483	6484		5206
14	120	40	3	4640	4033	7227	5029	5844	5412			5957

Medias	3908	4166	5277	4809	5129	4669	4665	4106	5231
DMS al 5%	684	979	1119	1111	1120	1081	837	1068	318
C.V.	10.4	14.0	12.6	13.8	13.0	13.8	10.7	15.3	3.49

Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable rendimiento en grano de maíz, en 23 experimentos.

Expto. No.	FUENTES DE VARIACION								C.V.
	REPETICIONES			TRATAMIENTOS			ERROR		
	G.L.	C.M.x10 ⁻⁵	F	G.L.	C.M.x10 ⁻⁵	F	G.L.	C.M.	
03	2	15.58778	3.96*	13	8.37550	2.13*	26	3.93441	12.32
04	2	23.98230	1.55ns	13	174.96263	0.87ns	26	15.49306	17.72
07	2	31.94737	5.45*	13	34.63020	5.90**	26	5.86477	10.17
12	2	3.14884	0.45ns	13	11.64365	1.65ns	26	7.05778	16.40
15	2	122.67799	11.01**	13	25.41284	2.29*	26	11.14613	14.56
17	2	4.45035	0.70ns	13	27.81539	4.41**	26	6.31177	15.36
26	2	14.47011	1.61ns	13	31.80760	2.20*	26	14.47011	14.12
29	2	8.21696	6.70***	13	8.21696	2.84*	26	2.89260	9.02
30	2	0.38450	0.14ns	13	4.66446	1.65ns	26	2.82977	10.63
35	2	37.12213	3.46*	13	14.40721	1.34ns	25	10.71242	16.96
38	2	29.60987	4.69**	13	6.16481	0.98ns	26	6.31896	14.27
42	2	29.21894	8.42**	13	8.47038	2.44*	17	3.47121	13.49
44	2	2.44959	1.47ns	13	5.27131	3.17***	26	1.66261	10.43
45	2	8.75018	2.56ns	13	16.66279	4.08	26	3.41185	14.02
49	2	4.13057	0.44ns	13	16.00673	1.69ns	25	9.48810	13.44
51	2	14.67637	1.03ns	12	16.97417	1.20ns	21	14.20393	15.64
53	2	3.77628	0.85ns	13	18.40814	4.14**	26	4.44744	12.64
54	2	2.73903	0.63ns	13	7.44306	1.70ns	26	4.38115	13.77
56	2	33.78051	7.58***	13	7.81596	1.75ns	26	4.45545	13.01
58	2	15.25913	2.24ns	13	24.92994	3.66**	26	6.81760	14.18
60	2	0.04590	0.01ns	13	6.59202	1.60ns	26	4.13149	13.77
62	2	31.71816	22.85***	12	16.12347	6.53	24	2.46910	10.65
65	2	0.84837	0.21ns	11	3.73900	0.95ns	21	13.95488	15.32

Con el objeto de conocer a que factor o factores se debió la significancia que presenta el análisis de varianza, se involucró el análisis de regresión por medio de un modelo cuadrático completo, que luego fue reducido por medio de la técnica de la reprogresión progresiva modificada (RPM). Los resultados de esto se presentan en el Cuadro 4 y donde $\hat{B}_0$ es el rendimiento estimado para el tratamiento 30 - 0 - 40,000; el efecto lineal del N, $\hat{B}_1$, fué seleccionado en 5 de los 7 experimentos y el efecto cuadrático en 1.

En los dos experimentos en que no se seleccionó el efecto lineal de N, se seleccionaron las interacciones N x P y N x D, que indica en general una respuesta consistente a aplicaciones de nitrógeno. El fósforo no parece tener importancia puesto que no presenta efecto lineal ni cuadrático y solamente en 1 de 7 casos presentó respuesta positiva interaccionando con N. La D.P. no presenta respuestas positivas interaccionando con N. Los coeficientes de determinación (R^2) variaron de 0.3 a 0.9 con una media de 0.64, indicando que los factores seleccionados por la técnica de R.P.M. explican el 64% de la variación que existe en el rendimiento promedio por tratamiento.

Para la matriz "B" se presentan los resultados obtenidos por medio de R.P.M. en el Cuadro 5 y donde las variables se restan de los valores 60 - 0 - 3 para N, P_2O_5 y A.T. respectivamente. La respuesta lineal al N, $\hat{B}_1$, solamente en 2 de los 16 experimentos fue seleccionada, al efecto cuadrático no se seleccionó en ningún caso, se presenta interaccionando positiva y negativamente en 4 sitios con el fósforo y en 3 sitios con el A.T. El fósforo presenta una respuesta lineal positiva en 3 de los 16 exp. en 2 existe respuesta cuadrática y en 4 sitios interacciona con el N. El arreglo topológico es el factor más importante en este grupo de experimentos, ya que en 8 de los 16 experimentos presenta una respuesta lineal bastante grande que va desde 337 hasta -2430 Kg, el signo negativo es debido a que en la matriz experimental se presentan al número de plantas/mata con los niveles 6.5, 4 y 3 por lo que al disminuir en 1 el número de plantas/mata se está incrementando el rendimiento. En 3 sitios presenta efecto cuadrático y se encuentra interaccionando positivamente en 3 experimentos con el N, Los coeficientes de determinación variaron de 0.27 a 0.92 con una media de 0.58, indicando que en promedio los factores seleccionados explican el 58% de la variación que existe entre promedios de tratamientos, respuestas positivas a los 3 factores, en estudio, el 21 solamente presenta respuesta positiva al fósforo y el 85 respuestas negativas a los 3 factores.

OPTIMOS ECONOMICOS

En el Cuadro 6 se presentan los tratamientos óptimos económicos a nivel de experimento para los cultivos de maíz y trigo respectivamente. Se indica también porque el procedimiento fue determinado T.O.E. para el primer grupo de experimentos de maíz el N, tuvo un ámbito de 90 a 120 Kg/. El fertilizante fosfórico varió en su recomendación de 0 a 60 Kg de P_2O_5 /Ha, la densidad de población recorre todo el espacio de explotación.

Cuadro 4. Coeficientes de regresión, coeficientes de determinación, R^2 , y cuadros medios de desviación de regresión, CMDR, para la matriz "D" de maíz, seleccionados por el procedimiento de RPM. (Stepwise) 10 %, 10 %.

Sitio No.	B_0 Ordenada al origen.	B_1 (N-30)	B_2 P	B_3 (D-40)	B_4 (N-30) ²	B_5 P ²	B_6 (D-40) ²	B_7 (N-30)P	B_8 (N-30)(D-40)	B_9 P(D-40)	R^2	CMDR
D7	5815.36	+23.211	0	0	0	0	0	0	+1.793	0	0.90	133018
15	6616.68	0	0	0	0	0	0	0	+1.689	0	0.30	642305
17	3350.78	+40.462	0	0	0	0	0	0	0	0	0.92	83518
35	5103.75	+22.549	0	0	0	0	0	0	0	0	0.54	245767
49	6464.69	+19.280	0	0	0	0	0	0	0	0	0.41	301395
51	6750.42	0	0	0	0	0	0	+ 0.593	0	0	0.62	272773
58	3630.74	+73.193	0	0	-0.44	0	0	0	0	0	0.80	191590
Promedio											0.64	267195

Cuadro 5. Coeficientes de regresión, coeficientes de determinación, R^2 , y cuadrados medios de desviación de regresión, CMDR, para la matriz "B" de maíz, seleccionados por el procedimiento de RPM (Stepwise) 10 %, 10 %.

Sitio No.	$\hat{B}_0$ Ordenada origen	$\hat{B}_1$ (N-60)	$\hat{B}_2$ P	$\hat{B}_3$ (AT-3)	$\hat{B}_4$ (N-60) ²	$\hat{B}_5$ P ²	$\hat{B}_6$ (AT-3) ²	$\hat{B}_7$ (N-60)P	$\hat{B}_8$ (N-60)(AT-3)	$\hat{B}_9$ P(AT-3)	R^2	CMDR
03	5564.64	0	0	-810.343	0	0	0	0	+11.201	0	0.85	49376
04	6677.61	0	0	0	0	+0.3544	0	0	0	0	0.33	261092
12	5829.54	0	0	-472.373	0	0	0	0	0	0	0.33	281106
26	10244.66	0	0	-1149.653	0	0	0	0	0	0	0.34	763126
29	5931.21	0	0	0	0	0	-280.135	0	+12.013	0	0.92	27069
30	4351.71	0	8.583	0	0	0	0	0	+5.739	0	0.68	58997
38	4638.76	0	+53.879	0	0	-0.648	0	0	0	0	0.50	105887
42	3713.38	0	+21512	0	0	0	0	0	0	0	0.27	304036
44	4413.51	0	0	-357.365	0	0	0	0	0	0	0.37	119345
45	2745.22	+30.144	0	0	0	0	0	0	0	0	0.34	95455
53	7857.85	0	0	-2429.812	0	0	+516.317	-0.230	0	0	0.81	155288
54	4393.68	0	0	0	0	0	0	+0.311	0	0	0.55	122416
56	5374.45	+9.370	0	-458.347	0	0	0	0	0	0	0.79	54448
60	4529.73	0	0	-230.721	0	0	0	+0.292	0	0	0.84	43617
62	4057.22	0	0	0	0	0	0	+0.387	0	0	0.41	345619
65	4850.02	0	0	-905.38	0	0	0	0	0	0		

La media de los TOE fue 106 - 25 - 45,000 para N, P_2O_5 y OP por Ha respectivamente.

En los experimentos de N, P, AT, el N se recomienda desde 60 Kg hasta 150 Kg/Ha, el Fósforo desde 0 a 60 Kg de P_2O_5 /Ha, y las plantas por mata tienen una predominancia (moda) de 3 plantas/Mata. En resumen la recomendación promedio de estos grupos fue 105 - 27,5 - 3 de N P_2O_5 y AT, respectivamente.

En el cuadro 7 se presentan las recomendaciones finales para el cultivo de maíz con los precios que fueron predominantes en 1975, los se encuentran vigentes en 1976. Además se dan 2 tipos de recomendaciones para el cultivo, una para agricultores sin limitaciones de capital y otra para aquellos agricultores que tienen limitaciones de capital.

Parcelas de prueba

En este trabajo se llamará parcela de prueba a un grupo de 6 tratamientos tendientes a probar las bondades de la tecnología moderna comparada con la tecnología tradicional del agricultor.

Los resultados de las 15 parcelas de prueba que tuvieron iguales tratamientos se muestran en el Cuadro 8, donde los rendimientos por tratamiento están expresados en Kg/Ha de grano comercial al 15% de humedad.

El análisis de varianza incluye a 14 sitios que tuvieron iguales tratamientos y éstos fueron completos, muestra que la variedad y la tecnología son significativas al 1% y que no existe interacción de variedad por tecnología, lo que indica que el aumento logrado por la variedad (725 Kg/Ha) se debe solamente al cambio de variedad y en la tecnología, 1300 Kg/Ha se deben al cambio de tecnología, ésta es para los 16 sitios que se pudieron analizar en esta forma. Indicando que la de la tecnología del agricultor con sus criollos que rinden 3875 Kg/Ha a la tecnología moderna con una variedad mejorada se pueden incrementar los rendimientos del maíz en un 65%.

En la figura 1 se muestra la interpretación gráfica de los resultados anteriores en las que se observa que los beneficios son proporcionalmente a los rendimientos y en la relación beneficio/costo cuando se utiliza una variedad mejorada es mejor la del agricultor, pero con el material criollo es mejor la tecnología moderna, sin embargo es de hacer notar que con sólo el cambio de semilla (de criollo a variedad mejorada) se incrementa en mayor cantidad la relación B/C.

En vista de que los sitios en donde se instalaron las parcelas de prueba tuvieron diferente manejo previo y diferente potencial productivo, se decidió separar las pp en dos grupos, el primero que serían todos aquellos sitios que rindieran menor del rendimiento promedio de todos los tratamientos (5039 Kg/Ha) que serían los que estuvieron en las peores condiciones y el segundo los que rindieron más del promedio, los

Cuadre 6. Tratamientos optimos económicos (TOE).

Expto.	- - - - DOSIS OPTIMA ECONOMICA. - - - -				
No.	N	P	D	AT.	Y grano
07	98	40	50,000	2	9100
15	90	30	50,000	2	8675
17	120	0	40,000	2	7192
35	120	0	40,000	2	7113
49	90	40	55,000	2	8500
51	120	60	40,000	2	9953
58	105	0	40,000	2	6646
X	106	25	45000	2	8160
D.E.	13.9	24.4	6100	Constante	1212
03	120	40	50,000	6	5870
04	60	60	50,000	3	7989
12	105	20	50,000	3	6450
26	110	40	50,000	3	9650
29	135	20	50,000	4	6750
30	120	40	50,000	3	6175
38	90	20	50,000	3	6200
42	60	60	50,000	3	5074
44	60	0	50,000	3	4414
45	150	0	50,000	3	5458
53	60	0	50,000	3	7858
54	135	40	50,000	4	9500
56	150	0	50,000	3	6210
60	150	60	50,000	3	6107
62	120	20,	50,000	3	6500
65	60	20	50,000	3	4900
X	105	27.5	50,000	3	6315
D.E.	35.5	21.8	Constante	0.8	1305

Cuadro 7. Recomendaciones, costos, beneficios y relación B/C para el cultivo de maíz, con precios de 1975 y 1976 y para capital ilimitado y limitado.

Precio: 1975 (n=0.995, p.0.926, dm 0.203, Ym=0.127, dt=0.331, yt= 0.231, at=7.82)											
Capital	RECOMENDACION										
	N	P ₂ O ₅	DP-	DS	AT	0	costo	Rend. (rend)	20%	Benefic.	B/C
	Kg/Ha	Kg/Ha	miles/Ha	Kg/Ha	plantas/ mata	%	Q.*	Kg/Ha	Kg/Ha	Q.*	
Ilimitado	110	30	45	-	2	50	177.65	7500	6000	584.35	3.29
Limitado	90	0	45	-	3	60	122.15	6800	5440	568.73	4.66
Limitado	90	0	45	-	5	20	106.51	4800	3840	381.17	3.85
Precios: 1975 (n= 0.346. p 0.478, dm 0.203, Ym= 0.127, dt= 0.331, yt= 0.231, at= 7.82)											
Ilimitado	120	30	50	-	2	50	97.53	7500	6000	564.47	6.81
Limitado	90	0	45	-	3	50	63.92	6800	5440	626.96	9.81
Limitado	90	0	45	-	5	20	48.28	4800	3820	436.87	9.05

* Q quetzal 12.50 pesos

Cuadro 8. Rendimiento de las parcelas de prueba en grano comercial al 15% de humedad, analisis de varianza, promedios de tratamientos generales y de los grupos superior e inferior.

RENDIMIENTOS							
Sitio	San Marceño		Criollo		Compuesto Blanco		Prom./Trats.
	No.	Tec. Moderna	Tec. Tradic.	Tec. Moderna	Tec. Tradic.	Tec. Moderna	Tec. Tradic.
02	7602.37	6810.63	4731.05	3270.41	6753.57	5778.92	5824.46
09	2822.35	1268.49	2128.20	773.08	2876.10	1745.15	1939.55
14	6284.98	5536.43	5220.23	6723.08	6098.83	8076.78	6223.39
27	5627.25	3707.76	5993.62	1566.70	7761.21	4972.57	4788.19
32	4702.52	2902.49	3235.79	778.80	4268.86	2717.93	3101.05
33	6153.80	6489.33	5441.56	4678.19	5446.13	4723.62	5472.11
46	10425.02	4092.91	9652.10	3731.29	9006.97	3218.05	6689.72
47	6123.13	5005.65	6869.23	5621.08	6812.90	4982.94	5903.49
52	4417.76	3468.84	4032.17	4091.05	4427.95	3364.77	4109.76
55	4995.26	1709.29	4147.22	1434.11	4479.98	1929.71	3112.60
57	4351.96	3023.13	3699.67	2308.41	4640.58	3130.77	3522.42
61	7444.35	5607.64	6622.82	6621.49	7416.93	6460.35	6695.60
63	4516.31	7544.45	4867.81	6120.04	4728.49	7847.00	5937.35
70	7569.37	2241.00	5550.40	6530.20	8457.63	7505.31	7142.48
71	3107.29	2441.08	2576.61	1356.99	-	-	-

ANALISIS DE VARIANZA

	Total	Grupo inferior	Grupo superior
C.M. error A	834865.3	569669.8	1124671.8
C.M. variedad	5149698.4	2464362.5	2817533.2
Valor F	6.17* (1%)	4.33* (5%)	2.51 n.s. (12 %)
C.M. error B	2160894.1	570869.7	3260370.0
C.M. Tecnologia	35901609.6	34883434.7	7904326.6
Valor F	16.61* (0.01%)	61.11* (0.01%)	2.42 n.s. (14%)
C.M. Var. x Tec.	15296.8	111182.0	81066.1
Valor F	0.007 n.s. (99%)	0.20 n.s. (82%)	0.02 n.s. (98%)
Var. M.D.S. al 5 %	501.95	686.56	804.17
M.D.S. al 1%	678.56	976.54	1116.15
Tec. M.D.S. al 5%	648.83	536.81	1083.98
M.D.S. al 1%	868.65	742.14	1475.84

MEDIAS DE TRATAMIENTOS DE 14 PARCELAS.

	San. Marceño	Criollo	Comp. Blanco	Media
Tec. Moderna	5931.	8114.	5934	5693
Tec. Tradicional	4602	3875	4680	4386
Media	5267	4545	5307	5039

MEDIAS DE LAS 6 PARCELAS DE REND. INFERIOR

	San. Marceño	Criollo	Comp. Blanco	Media
Tec. Moderna	4486	4008	4741	4412
Tec. Tradicional	2683	1821	2820	2443
Medias	3558	2917	3781	3427

MEDIAS DE LAS 8 PARCELAS DE REND. SUPERIOR.

	San. Marceño	Criollo	Comp. Blanco	Media
Tec. Moderna	7015	6119	6828	6654
Tec. Tradicional	5596	5412	5074	5042
Media	6528	5766	5451	5248



Figura 1. Representación gráfica del análisis de las parcelas de prueba de maíz.

que tuvieron condiciones favorables para la producción. A estos dos grupos se les efectuó el análisis de varianza y en el grupo inferior se presenta significancia al 5% para la variedad y significancia al 1% para la tecnología, no mostrando ninguna significancia la interacción tecnología por variedad, así comparando los rendimientos a nivel de media se aprecia que al cambiar del genotipo criollo a una variedad mejorada se puede incrementar el rendimiento en 753 Kg/Ha o sea el 26% de incremento y al cambiar de tecnología se incrementan con la tecnología moderna con variedad mejorada se incrementa el rendimiento en 3395Kg o sea el 118%.

Para el grupo superior el análisis de varianza muestra que no existe significancia a niveles del 1% y 5%, para las variedades, la tecnología ni interacción entre ellas, sin embargo a niveles del 12% y 14% si se puede considerar significancia y al comparar los rendimientos a nivel de media se puede observar un incremento de 724 Kg/Ha, 12% para el cambio a variedad mejorada y de 812 Kg/Ha, 14% para el cambio de tecnología y al comparar la tecnología del agricultor con sus genotipos contra la moderna y verla mejorada, se incrementa el rendimiento en 1510 Kg/Ha o sea el 28%.

CONCLUSIONES

El nitrógeno y el arreglo topológico son los factores limitantes de mayor importancia económica para los valles de Quezaltenango.

Con un buen manejo de estos dos factores es posible duplicar el rendimiento obtenido actualmente por los agricultores.