

futuros ensayos sería la de organizar un vivero específico en el cual se evalúen genotipos provenientes de programas en los que los materiales han sido previamente seleccionados, aunque sea en base a observaciones, por poseer una buena habilidad de nodulación y/o fijación de N. Por otro lado, éstas evaluaciones de germoplasma deberán llevarse a cabo en ambas épocas de siembra a fin de estimar los efectos debidos al estrés hídrico u otros factores.

Referencias

- Robleto, E.A., D. Cosenza, J.C. Rosas y J. Handelsman. 1989. Estudio preliminar sobre la competitividad de Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli. pp 27-29. En: Reporte Anual de Investigación 1988, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
- Rosas, J.C. y F.A. Bliss. 1986. Mejoramiento de la capacidad de fijación de N₂ del frijol común en Honduras. CEIBA 27(1): 95-104.
- Rosas, J.C., J. Kipe-Nolt, R.A. Henson y F.A. Bliss. 1987. Estrategias de mejoramiento para incrementar la capacidad de fijación biológica de nitrógeno del frijol común en América Latina. CEIBA 28(1): 39-57.
- Rosas, J.C., C. Rosen, P. Ascher, P. Graham and C. Estevez. 1989. Influence of drought and combined nitrogen on productivity of Phaseolus vulgaris and P. acutifolius. In: Annual Report of the Bean Improvement Cooperative Group Vol. 33 (in press).

Cuadro 1. Nodulación, actividad de reducción de acetileno, concentración y contenido de nitrógeno, días a madurez y rendimiento de grano de 16 genotipos de *Phaseolus vulgaris* de grano rojo. El Zamorano, Honduras, 1989.

Genotipos ^a	Nodulación ^b			ARA ^c	Nitrógeno ^d		MF ^e	Rendimiento (kg/ha)
	NN	PSN	NR		%	mg/pl		
MUS 91	7.5	4.2	85	2.25	2.69	652	68	1816
RAB 463	3.6	2.0	84	1.76	2.51	568	66	1663
NIC 141	6.3	3.5	67	1.38	2.54	562	67	1486
DICTA 76	5.6	2.6	80	1.54	2.55	487	69	1389
DOR 391	2.6	1.4	55	1.25	2.56	578	70	1363
DOR 364	2.6	1.8	73	1.36	2.53	545	71	1359
MMS 222	3.3	2.2	90	1.52	2.34	452	72	1258
DICTA 57	5.8	2.9	83	1.47	2.35	439	69	1257
NIC 145	4.3	2.1	75	1.39	2.49	439	69	1229
DICTA 08	6.2	3.3	83	1.91	2.40	417	69	1197
MUS 93	3.2	1.9	84	1.15	2.40	460	72	1182
RAB 462	4.9	2.5	75	1.76	2.45	485	69	1177
DICTA 09	5.4	3.6	81	2.20	2.29	470	66	1156
DANLI 46	4.7	2.7	75	1.46	2.48	524	72	1139
RAB 478	3.2	2.3	72	1.63	2.45	531	71	1098
ROJO DE SEDA	7.4	3.6	85	1.76	2.66	574	68	1053
Signific. ^g	**	*	ns	ns	ns	ns	**	ns
DMS	1.7	1.4					1	
C.V. (%)	25	38	21	28	6	9	1	23

^a Genotipos provenientes del Vivero Centroamericano de Adaptación y Rendimiento de 1989 (VICAR 89); Danlí 46, testigo local.

^b NN= número de nódulos y PSN= peso seco (mg/pl) de nódulos; promedio de 10 plantas cosechadas en la etapa R6 (floración) de desarrollo. Datos transformados usando la fórmula $(x+1)^{0.5}$. NR= por ciento de nódulos rosados.

^c Actividad de reducción de acetileno expresada en $(\mu\text{MC}_2\text{H}_2/\text{pl}/\text{h}+1)^{0.5}$.

^d Concentración (%) y contenido de nitrógeno (mg/pl) en la parte aérea. Datos promedios de 10 plantas cosechadas en la etapa R8 (llenado de grano) de desarrollo.

^e Días a la etapa R9 (madurez fisiológica)

^g **, * y ns Significativo al nivel $P \leq 0.01$, 0.05 y no significativo, respectivamente.

FERTILIZACION NITROGENADA Y FOSFORADA DEL FRIJOL

M. Rodríguez y O. G. Díaz¹

El frijol (Phaseolus vulgaris) es la fuente principal de proteína de muchos de los habitantes de América Central y además aporta carbohidratos y minerales. A pesar de la gran importancia del cultivo, los rendimientos promedio en la región son sumamente bajos (menos de 500 kg/ha). La baja productividad del cultivo puede estar ligada a la ineficiencia en la fijación simbiótica de nitrógeno (N) por los rizobios asociados con el cultivo, baja fertilidad de los suelos, inadecuada fertilización y manejo inapropiado del cultivo. Por las consideraciones anteriores, es extremadamente urgente estudiar los factores que inciden en el rendimiento del cultivo, y determinar el mejor sistema de manejo del suelo y cultivo necesarios para obtener los mejores resultados.

Se estableció un ensayo en la terraza 12 del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana, con el propósito de determinar los niveles óptimos de aplicación de N y fósforo (P) para obtener máximos rendimientos de frijol, y determinar el efecto de la aplicación de potasio (K), magnesio (Mg) y micronutrientes (zinc (Zn), cobre (Cu) y boro (B) en el crecimiento del cultivo. El experimento se sembró el 25 Sep 89. Se estudiaron cinco niveles de N (0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha) y cinco niveles de P₂O₅ (0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha). También se incluyó un tratamiento de 25 kg/ha de K, uno con 25 kg/ha de Mg y uno con 3, 3 y 1 kg/ha de Zn, Cu y B, respectivamente. Todo el P y la mitad del N se aplicó a la siembra, y la otra mitad del N se aplicó en bandas laterales a los 20 días después de la siembra; mientras que el K, Mg y micronutrientes se aplicaron en bandas laterales a los 11 días después de la siembra. Los tratamientos consistieron de combinaciones factoriales de los cinco niveles de N por los cinco de P más los tres tratamientos (K, Mg y micronutrientes). El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 2 repeticiones. Las parcelas median 3 m de ancho por 4 m de largo; mientras que la parcela útil fue de 5.4 m². Las malezas se controlaron manualmente con azadón. Los crisomélidos se controlaron con MTD-600.

El suelo donde se realizó el experimento presenta las características siguientes:

pH	M.O.(%)	N(%)	P(ppm)	K(ppm)	Mg(ppm)
5.75	2.90	0.14	13	538	146

La concentración de N y P se considera baja pero el contenido de K y mg es adecuado.

¹ Profesor Asociado y Asistente de Laboratorio, Sección de Suelos, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana-El Zamorano, Honduras.

Hubo un incremento en el rendimiento con la aplicación de N hasta los 90 kg/ha; mientras que solamente el primer nivel de aplicación de P (30 kg/ha) incremento el rendimiento (Cuadro 1). Sin embargo, hubo diferencias estadísticas solamente entre tratamientos de N, pero no entre niveles de P.

Cuadro 1. Efecto del N y P en el rendimiento del frijol.

Niveles de P ₂ O ₅ kg/ha	Niveles de N, (kg/ha)					Efecto del P
	0	30	60	90	120	
	Rendimiento (kg/ha)					
0	1102	901	1468	1764	1480	1343
30	1280	1286	1278	1750	1785	1476
60	1246	951	1301	1289	1577	1273
90	982	1329	1272	1691	1313	1317
120	1088	1677	1201	1640	1488	1419
Efecto del N	1140	1229	1304	1627	1529	

Los tratamientos que recibieron K, Mg y micronutrientes produjeron 1531, 1201 y 1033 kg/ha de frijol, respectivamente. Todos estos tratamientos recibieron además, 60 y 60 kg/ha de N y P₂O₅. Se observó un pequeño incremento en rendimiento al aplicar K, pero no fue estadísticamente superior a otros tratamientos. La escasa respuesta al P no concuerda con los niveles relativamente bajos de este nutriente en el suelo. En futuros experimentos incluiremos tratamientos con K para determinar si existe un efecto de este elemento en el rendimiento de los cultivos, especialmente leguminosas.

EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE INOCULANTE SOBRE EL NUMERO DE NODULOS Y PESO DE PLANTA EN SOYA (Glycine max (L.) Merr.)¹

Grupo 8 PPI, Clase 1990²

Asesores: L. Corral, J.C. Andrade y L.F. Chong Qui³

En las siembras de soya realizadas por la Sección de Producción de la EAP en los terrenos de CASSA y Santa Inés en 1989, no se encontraron nódulos en las raíces de las plantas, a pesar de haberse inoculado la semilla.

El inoculante fue preparado en el laboratorio de Microbiología de Suelos del Departamento de Agronomía y se empleó en la dosis recomendada de 250 g por 60 kg de semilla.

Ante los hechos observados se planteó la hipótesis que la cantidad de inoculante empleado no fue la adecuada.

El objetivo del presente trabajo fue probar diferentes dosis de inoculante y sus efectos sobre el número de nódulos y peso de la planta.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a efecto en la Terraza 24 de Agronomía. La semilla empleada fue de la variedad SIATSA 174, con un 85% de germinación. La semilla no recibió ningún tratamiento químico contra hongos e insectos.

El inoculante fue proporcionado por el laboratorio de Microbiología de suelos. La cepa de Rhizobium japonicum del inoculante fue "USDA 110", con un número de bacterias por gramo de turba de 1×10^8 (Cosenza, comunicación personal).

El inoculante se fijó a la semilla empleando una solución de agua y goma arábiga, momentos antes de la siembra.

Para el combate de malezas se incorporó antes de la siembra metolachlor en la dosis de 2.6 L/ha.

La siembra se realizó el 9 de Septiembre de 1989 en parcelas de tres surcos de 5 m de largo y separados a 0.6 m. Se sembró a 3 cm entre plantas y se raleó posteriormente para dejar las plantitas a 6 cm de distancia. La población estimada fue de 278,000 plantas/ha.

Al momento de la siembra se fertilizó con superfosfato triple (0-46-0), en la cantidad equivalente a 100 kg de P_2O_5 /ha.

El experimento se condujo con un diseño de bloques al azar con

¹ Trabajo realizado como parte de las actividades del Programa de Producción Independiente.

² Estudiantes Clase 1990: A. Pérez, A. Henriquez, G. Torres, H. López, J. Montenegro, J. Herrera, J. Vélez, J. Matamoros, J. Figueroa, J. Fuentes, J.C. Fuentes, J. Guevara, R. Fúnez y S. Mejía.

³ Profesor-Jefe, y estudiantes del Programa de Ingeniería Agronómica, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana-El Zamorano.

cuatro repeticiones y seis tratamientos. Los tratamientos fueron: 0, 125, 250 (dosis recomendada), 375, 500 y 625 gramos de inoculante por 60 kg de semilla.

Las observaciones se tomaron el 7 Nov 89. Estas fueron: 1) número de nódulos promedio de 10 plantas y 2) peso de 10 plantas. Esta última se la tomó como una indicación del potencial de crecimiento.

Resultados y Discusión

Los resultados del análisis de varianza se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Cuadrados medios de las variables número de nódulos y peso de plantas.

Fuente de Variación	Grados libertad	Cuadrados Medios	
		Números de nódulos	Peso de 10 plantas
Repeticiones	3	29.13	42608.49
Tratamiento	5	17.64 ns [*]	9633.47 ns
Error	15	16.67	6237.18
C.V.(%)		16.83%	38.13%

* ns indica que el valor F no fue significativo al nivel de 5% de probabilidad.

Las medias de las observaciones realizadas se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Medias de número de nódulos y peso de 10 plantas.

Tratamiento (g inoculante)	Número de nódulos	Peso de 10 plantas (g)
0 (Testigo)	23.05	239.25
125	25.75	164.00
250 (recomendado)	24.75	146.75
375	26.42	274.25
500	20.65	187.00
625	24.90	231.50

Como se observa en el Cuadro 1, no se detectaron diferencias significativas en las variables estudiadas.

La nodulación con todos los tratamientos se consideró buena. Los nódulos tenían diámetros entre 2 y 6 mm. Sorprendentemente el número de nódulos en el testigo no fue diferente al de los otros tratamientos (Cuadro 2). Este resultado podría atribuirse a contaminación de la semilla a través de las manos al momento de la siembra o a que en ese terreno se haya sembrado soya inoculada anteriormente. Esto más bien podría indicar que el inoculante es bastante efectivo y que no se necesita mucha cantidad para lograr una buena nodulación.

Por lo observado se concluye que el inoculante trabaja satisfactoriamente y que la dosis recomendada es suficiente para lograr buenos resultados en el campo. La falta de nodulación en los terrenos de CASSA y Santa Inés debe atribuirse a otras causas que podrían ser: 1) inoculación de la semilla en un medio hostil para la bacteria, 2) mucho tiempo transcurrido entre la inoculación y la siembra, 3) excesiva sequedad del terreno al momento de la siembra.

RESULTADOS DEL ENSAYO REGIONAL 111 DE VARIETADES DE SOYA, 1989

L. Corral y R.G. Nehring¹

En colaboración con la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) y el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), Programa de Soya, se llevó a efecto este ensayo en El Zamorano. A nivel regional, son 11 instituciones que participan en los cinco países centroamericanos.

El objetivo de estos ensayos es obtener información sobre el comportamiento agronómico y estabilidad de líneas y variedades de soya. A base de estos estudios se recomiendan los materiales más promisorios para la región o para determinadas localidades.

Materiales y Métodos

Se evaluaron 15 variedades y líneas de soya con un diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones.

La semilla fue inoculada con el equivalente de 250 g de inóculo por 60 kg de semilla. El inoculante se preparó en el laboratorio de Microbiología de Suelos del Departamento de Agronomía.

La siembra se realizó el 24 de julio de 1989. Se fertilizó con 12-24-12 para proveer el equivalente de 80 kg/ha de P₂O₅. Para el combate de malezas se usó 2.5 L/ha de metolachlor, presiembra incorporado.

La parcela constó de cuatro surcos de 5 m de largo y separados 0.6 m. Los datos se tomaron únicamente de los dos surcos centrales.

Resultados y Discusión

Aunque se analizaron 11 variables, en este informe se presentan los resultados del análisis de varianza de sólo cinco de ellas.

Cuadro 1. Cuadrados medios de las variables: 1. días a floración, 2. altura de planta, 3. plantas cosechadas, 4. peso de 100 semillas y 5. rendimiento.

F.V.	g.l.	Variables				
		1	2	3	4	5
Rep.	3	14.6*	63	640*	3.9	2.6 x 10 ⁵
Variedades	14	65.4**	1178**	1798**	17.1*	5.5 x 10 ⁵ *
Error	42	3.4	123	171	8.2	2.7 x 10 ⁵
C.V.		3.2%	12.2%	22.3%	15.7%	19.3%

*,** Significativo a los niveles de 5% y 1%, respectivamente.

¹ Profesor-Jefe y estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana- El Zamorano.

Como puede observarse, las variedades presentaron diferencias estadísticas entre ellas, en las cinco variables analizadas. En el Cuadro 2 se presenta una matriz de correlaciones entre las variables estudiadas.

Cuadro 2. Matriz de correlaciones entre las cinco variables estudiadas, (n=60).

Variables	Variables			
	Altura planta	Plantas cosechadas	Peso 100 semillas	Rendimiento
Días a flor	0.59**	0.02	- 0.46**	- 0.23
Altura planta	-	0.23	- 0.32*	- 0.27*
Plantas cosechadas	-	-	0.04	0.24
Peso 100 semillas	-	-	-	0.29*

*,** Significativo a los niveles de 5% y 1%, respectivamente.

La correlación negativa entre "días a flor" y "peso de 100 semillas" indica que en estos materiales, las variedades que florecieron antes presentaron mayor peso de 100 semillas. De igual forma, la correlación negativa entre "altura de planta" y "peso de 100 semillas" parece señalar que las variedades más pequeñas produjeron las semillas más grandes.

A pesar que las variedades difirieron significativamente ($P < 0.01$) con relación al número de plantas cosechadas, esta variable no estuvo correlacionado con el rendimiento. Parece que en las parcelas que presentaron pocas plantas, el rendimiento se compensó al incrementarse el rendimiento por planta individual.

Aunque se pensó corregir el rendimiento tomando como covariable el número de plantas por parcela, esto no fue necesario por lo anotado en el párrafo anterior.

Las variedades, las medias de rendimiento y las medias de las variables asociadas con este, se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Medias de rendimiento, altura de planta y peso de 100 semillas.

Variedades	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Peso de 100 semillas (g)
Cristalina	3520	67	18
Regional 4	3223	88	20
IAC-8	3149	83	21
Júpiter II	3131	79	20
7156-4	3015	97	16
IAC 8-15	2700	73	21
GO-83-21609	2585	102	16
SIATSA 194	2550	100	20
UFV-1	2527	54	20
Tropical	2497	106	17
GO-83-25060	2493	103	16
Soyicta	2446	90	19
Darco 1	2447	109	18
GO-83-27173	2394	116	16
Paranagoiana	2313	99	16
DMS (0.05)	751.5	15.8	4.1

Las variedades 'Cristalina', 'Regional 4', 'IAC-8' y 'Júpiter II' han demostrado tener rendimientos altos y consistentes, en ensayos en la EAP, así como en otras pruebas regionales (Romero, 1988). Por lo indicado se recomienda en la EAP el incremento de semilla de estas variedades.

Referencias

Romero, J. 1989. Comportamiento agronómico de 25 variedades de soya en siete ensayos regionales conducidos en cuatro países de Centroamérica durante 1988. Folleto FHIA. Honduras, 32 p.

FERTILIZACION NITROGENADA Y FOSFORADA DE LA SOYA

M. Rodríguez y O. G. Díaz¹

Continuando con las investigaciones sobre fertilización de la soya (*Glycine max*) iniciados el año pasado en Santa Inés, Escuela Agrícola Panamericana, se estableció un experimento de niveles de nitrógeno (N) y fósforo (P), con y sin inoculación, en la terraza 12 del Departamento de Agronomía de la EAP. El ensayo se sembró el 7 Julio 89 y se resebró el 26 del mismo mes debido al daño ocasionado por pájaros. Se estudiaron cinco niveles de N (0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha) y cinco de P₂O₅ (0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha), sin y con inoculación con *Rhizobium japonicum*, producido en el Departamento de Agronomía de la EAP. Todo el P y la mitad del N se aplicó 4-5 cm bajo la semilla al momento de la siembra. El resto del N se aplicó 34 días después de la siembra inicial en el surco incorporado. Los tratamientos consistieron de combinaciones factoriales de los cinco niveles de N por los cinco niveles de P por dos (con y sin inóculo). El diseño experimental fue completamente al azar con una repetición. Las parcelas median 12 m² (3 x 4 m), y la parcela útil 5.4 m² (1.8 x 3 m). Las malezas se controlaron manualmente con azadón. Los crisomélidos se combatieron con MTD-600 a los 27 días después de la siembra.

El experimento se estableció en un suelo franco arenoso con un pH de 5.3 en agua. El contenido de materia orgánica y N era de 2.57 y 0.147%, respectivamente; mientras que la concentración de P fue de 27 ppm, con un rango entre 17 y 47 ppm, lo cual evidencia la gran variabilidad en el contenido de P en el área experimental. No hubo diferencia significativa en el rendimiento entre tratamientos. El cuadro siguiente muestra los promedios de rendimiento obtenido:

Tratamientos kg/ha (N ó P ₂ O ₅)	Efecto del N	Efecto del P
	<u>Rendimiento (kg/ha)</u>	
0	2683	2735
30	2512	2342
60	2242	2819
90	2558	2728
120	2643	2016

Tampoco hubo diferencias significativas entre los tratamientos con y sin inóculo; el promedio de rendimiento fue de 2532 y 2523 kg/ha

¹ Profesor Asociado y Asistente de Laboratorio, Sección de Suelos, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana-El Zamorano, Honduras.

para los tratamientos que no recibieron y los que recibieron inóculo, respectivamente. Aparentemente había suficiente P en el suelo para el crecimiento adecuado del cultivo. El número de nódulos fue disminuido con cada incremento en el nivel de N, pero no hubo efecto significativo del P sobre el número de nódulos, como puede observarse en el cuadro siguiente:

Tratamientos kg/ha (P_2O_5 ó N)	Efecto del N	Efecto del P
	<u>Nódulos/10 plantas*</u>	
0	645 a	350 a
30	455 ab	338 a
60	392 ab	422 a
90	260 b	402 a
120	192 b	433 a

* Valores en una columna seguidos de la misma letra no son diferentes estadísticamente al 5% de probabilidad, de acuerdo con la Prueba de Duncan.

El número de nódulos tampoco fue afectado por la inoculación; los tratamientos con y sin inóculo tenían 477 y 495 nódulos por 10 plantas, respectivamente, lo cual indica que había suficiente inóculo en el suelo para una adecuada nodulación. El peso de los nódulos fue reducido con la aplicación de N. Además hubo una interacción N x P sobre el peso de los nódulos. El cuadro siguiente muestra el efecto de los tratamientos en el peso de los nódulos.

Tratamientos kg/ha (N ó P_2O_5)	Efecto del N	Efecto del P
	<u>Peso de nódulos/120 plantas*</u>	
0	5.38 a	2.76 a
30	2.06 b	1.65 a
60	1.79 b	1.83 a
90	0.95 b	2.28 a
120	0.90 b	2.58 a

* Valores en las columnas seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.

Al inicio de la formación de las vainas se hizo un muestreo foliar para observar si había algún efecto de los tratamientos en la composición química de la planta. Debido al poco efecto de los tratamientos en la concentración de nutrimentos en la hoja, a continuación se presentan los promedios para cada elemento, junto con los niveles considerados adecuados.

Elemento	Niveles considerados adecuados	Promedios del ensayo
N (%)	4.25-5.50	3.14
P (%)	0.26-0.50	0.37
K (%)	1.71-2.50	2.05
Mg (%)	0.26-1.00	0.36
Mn (ppm)	21-100	68
Fe (ppm)	51-350	103
Cu (ppm)	10-30	15
Zn (ppm)	21-50	74

El promedio de N es bajo; sin embargo, no se observó ningún síntoma de deficiencia en el ensayo. Por otro lado, la concentración de los otros elementos parece adecuada, excepto la de Zn que está sobre el rango superior considerado adecuado. La aplicación de N redujo los niveles de K en la hoja de 2.17% en el tratamiento sin N a 1.98% en el tratamiento que recibió 120 kg/ha de N. Sin embargo 1.98% de K todavía se considera adecuada para el crecimiento normal de la planta de frijol.

EFFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA Y FOSFORADA EN EL RENDIMIENTO DEL MAIZ

M. Rodríguez y O. G. Díaz¹

El maíz es un grano básico en la dieta de la mayoría de los habitantes de América Central y, al igual que en otros países, también se utiliza en raciones balanceadas para los animales domésticos. En Honduras se ha reducido la producción de maíz al punto que en los últimos años ha habido necesidad de importar cantidades considerables de este grano. Debido a su importancia económica y social existe la necesidad de incrementar el rendimiento de este cultivo, maximizando la eficiencia de los insumos utilizados. En la Escuela Agrícola Panamericana, últimamente se han realizado varios estudios para determinar los niveles óptimos de aplicación de nitrógeno (N) y fósforo (P) en la producción de maíz (Lobo, 1987; Batres, 1988; Auhing, 1989 y Curry, 1989).

Continuando con la investigación sobre la fertilización nitrogenada y fosforada del maíz, se estableció un ensayo con el objetivo de determinar los niveles óptimos de aplicación de N y P en la producción de maíz. El experimento se estableció en la terraza 12 del Departamento de Agronomía de la EAP el 21 Junio 89. Se estudiaron cinco niveles de N (0, 60, 120, 180 y 240 kg/ha) y cinco niveles de P₂O₅ (0, 40, 80, 120 y 160 kg/ha). Todo el P (0-46-0) se aplicó a la siembra, en banda incorporado en el camellón 4-5 cm debajo de la semilla. El N (Urea) se aplicó en la forma siguiente: 1/3 a la siembra con el P, 1/3 a los 30 días y 1/3 a los 50 días. Estas dos últimas aplicaciones se hicieron sobre el surco y se incorporó el material. Los tratamientos consistieron en 25 combinaciones factoriales de niveles de N por niveles de P. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las parcelas midieron 3.5 m de ancho por 5 m de largo. La parcela útil fue de 7.2 m². Las malezas se controlaron manualmente con azadón. Para el control del cogollero se aplicó MTD-600 a los 25 días después de la siembra, aproximadamente.

El suelo del experimento presentó las características siguientes:

	pH (H ₂ O)	N (%)	M.O. (%)	P (ppm)
Bloque 1	5.03	0.14	2.50	31
Bloque 2	5.18	0.14	2.89	33
Bloque 3	5.10	0.14	2.63	42

Este suelo es ácido, los niveles de N y materia orgánica son bajos, pero los de P se consideran adecuados.

¹ Profesor Asociado y Asistente de Laboratorio, Sección de Suelos, Departamento de Agronomía, EAP- El Zamorano, Honduras.

El cuadro siguiente muestra el efecto de los tratamientos en el rendimiento:

Niveles de P ₂ O ₅ (kg/ha)	Niveles de N (kg/ha)					Efecto del P
	0	60	120	180	240	
0	5118	5563	4917	5295	4947	5148
40	5145	5681	5423	5246	5317	5362
80	5243	5241	5704	5282	4906	5275
120	4733	5293	5257	5284	5705	5255
160	5045	5488	5488	5067	5330	5283
Efecto del N	5107	5338	5338	5235	5231	

* Humedad de 14%.

Los mejores rendimientos se obtuvieron con la aplicación de 60 y 40 kg/ha de N y P₂O₅, respectivamente, aunque no hubo diferencia estadística entre los tratamientos. Este ensayo fue afectado adversamente por la sequía de Julio y Agosto de 1989, la cual ocasionó la muerte de varias plantas de maíz. La baja respuesta a la aplicación de P también está relacionada con los niveles relativamente altos de este elemento en el suelo. Resultados de experimentos anteriores indican que los niveles de aplicación alrededor de 100-125 kg/ha de N y 40 a 80 kg/ha de P₂O₅ son adecuados para algunas áreas de la EAF. Sin embargo, existe la necesidad de calibrar los análisis de suelos con resultados experimentales, para poder determinar los niveles óptimos de aplicación con diferente contenido de P en el suelo. En el caso de N, se considera que no existe un método analítico apropiado para determinar el nivel de disponibilidad de este nutrimento en el suelo.

Referencias

- Auhing, J.I. 1989. Evaluación de diferentes dosis y épocas de aplicación de nitrógeno, y métodos de colocación de fósforo sobre el rendimiento del maíz en El Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 58 p.
- Batres, J. 1988. Evaluación del efecto de la dosis de nitrógeno, utilizando urea y sulfato de amonio sobre el rendimiento del maíz en El Zamorano. Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 41 p.
- Curry, P.A. 1989. Evaluación económica de la respuesta de maíz híbrido H-27 a la aplicación de diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosforada en la Escuela Agrícola Panamericana. Tesis Ing. Agr., El Zamorano, Honduras. 96 p.
- Lobo, O.A., 1987. Análisis económico de diferentes niveles de aplicación de nitrógeno y fósforo en la fertilización del cultivo de maíz híbrido H-27 en la Escuela Agrícola Panamericana. Tesis Ing. Agr., El Zamorano, Honduras. 50 p.

ENSAYO UNIFORME DE MAIZ DEL PROGRAMA COOPERATIVO
CENTROAMERICANO PARA EL MEJORAMIENTO DE CULTIVOS Y ANIMALES
(PCCMCA), 1989

L. Corral y D. Moreira¹

Como en años anteriores, la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) a través del Departamento de Agronomía colaboró en la conducción del Ensayo Uniforme de Maiz del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA) en 1989. El Ensayo Uniforme del PCCMCA se lleva a efecto en varias localidades repartidas en todo Centroamérica, Panamá, México y la República Dominicana. En 1988 participaron 20 instituciones (Cordova, 1989). El objetivo de este ensayo es evaluar los nuevos híbridos de maíz que producen las empresas privadas y los programas nacionales de investigación.

Materiales y Métodos

El ensayo se ubicó en las terrazas de Agronomía y consistió de 36 híbridos de maíz blanco y amarillo. Las características del suelo fueron: textura franca, pH 5.6 y materia orgánica 2.5%. La siembra tuvo lugar el 17 Junio y la cosecha el 6 Nov 89. La parcela experimental constó de cuatro surcos de 5 m de largo y 0.9 m de separación. Se sembraron tres semillas por postura a 0.5 m y se raleó luego para dejar dos plantitas por sitio. La población final estimada fue de 44,000 plantas/ha. Los datos experimentales se tomaron únicamente de los dos surcos del centro. Todas las parcelas se fertilizaron con el equivalente de 100 kg/ha de N en dos aplicaciones y 36 kg de P al momento de la siembra. Las malezas se controlaron con metalochlor (2.0 L/ha) y atrazina (2.2 kg/ha). Para el combate de insectos se aplicó chlorpyrifos en la dosis de 0.5 L/ha. Durante el ciclo del cultivo se registró una precipitación de 810 mm, una evaporación total de 374 mm y una temperatura promedio mensual de 24°C. El diseño experimental fue un Látice 6 x 6 parcialmente balanceado, con cuatro repeticiones. Para la toma de datos se siguió el instructivo del PCCMCA para maíz (CIMMYT, 1986).

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presentan los híbridos, las medias ajustadas para tres variables y otras variables estadísticas calculadas.

¹ Profesor-Jefe e Instructor de Cultivos, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana- El Zamorano, Honduras.

Cuadro 1. Medias ajustadas de las variables: 1. días a la floración, 2. altura de planta en m, y 3. rendimiento en kg/ha.

Hibrido	Origen	Color grano	VARIABLES		
			1	2	3
B-833	DEKALB	Blanco	63.7	2.07	6456
HB-85	ICTA-Guatemala	Blanco	58.3	2.07	6098
P-8812	IDIAP-Panamá	Amarillo	62.0	1.85	5975
MAX-311	AGRIDEC	Blanco	61.0	2.03	5739
P-8941	DEKALB	Blanco	63.0	2.15	5711
HA-46	ICTA-Guatemala	Amarillo	61.0	1.95	5694
TACSA H-92	TACSA	Blanco	59.0	1.69	5652
H-889	Costa Rica	Blanco	61.7	1.91	5649
HR-15	SEMINAL	Blanco	58.2	1.72	5549
ZCJ-66	PIONEER	Amarillo	59.1	1.84	5493
P-8802	IDIAP-Panamá	Amarillo	59.5	2.04	5424
MAX-309	AGRIDEC	Blanco	62.5	1.82	5381
TACSA-H-90	TACSA	Blanco	58.2	1.86	5277
XC-H-51	PIONEER	Amarillo	63.1	1.92	5238
MAX-307	AGRIDEC	Blanco	60.1	2.19	5214
HR-17	SEMINAL	Blanco	61.8	1.68	5166
HB-87	ICTA-Guatemala	Blanco	62.3	1.97	5134
HS-56	Cristiani Burkard	Blanco	61.3	1.90	5066
D-8822	IDIAP-Panamá	Amarillo	61.7	1.83	4986
H-B-33	RR.NN. Honduras	Blanco	61.6	2.04	4966
HA-51	RR.NN. Honduras	Amarillo	62.2	2.02	4964
H-53	CENTA-EI Salvador	Blanco	56.8	1.94	4942
H-5	CENTA-EI Salvador	Blanco	62.2	1.88	4923
XC-H-53	PIONEER	Amarillo	56.8	1.86	4901
H-9	CENTA-EI Salvador	Blanco	61.2	2.06	4853
TACSA-H-203	TACSA	Amarillo	60.0	1.97	4774
H-887	Costa Rica	Blanco	62.6	1.94	4680
ROCA-1	Semillas San José	Amarillo	56.7	2.01	4609
HS-56-1	Cristiani Burkard	Blanco	62.6	2.08	4577
H-B-30	RR.NN. Honduras	Blanco	62.9	2.10	4553
HS-UT-25	Cuba	Amarillo	58.8	1.95	4478
HA-52	RR.NN. Honduras	Amarillo	57.9	2.03	4466
HS-364	Cristiani Burkard	Blanco	61.1	1.92	4252
HS-363	Cristiani Burkard	Blanco	61.3	2.02	4194
HB-83	ICTA-Guatemala	Blanco	62.8	1.83	3726
HR-10 M	SEMINAL	Amarillo	56.3	1.66	2955
Valor F			5.44**	3.12**	2.59**
C.V.			2.98%	7.58%	16.65%
DMS 5%			2.54	0.21	1178

En general, los híbridos de grano blanco fueron superiores a los de grano amarillo.

A semejanza de años anteriores, los híbridos de la DeKalb, ICTA de Guatemala y AGRIDEC, presentaron rendimientos altos (Córdova, 1989). El híbrido H-29 del Programa de Maíz de la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras no fue incluido este año. Este híbrido demostró tener altos rendimientos en diferentes ambientes en años anteriores. Los híbridos incluidos este año, H-B-33, HA-51, H-B-30, HA-52, presentaron rendimientos regulares. En el Cuadro 2 se exhiben correlaciones simples entre algunas variables observadas.

Cuadro 2. Matriz de correlaciones simples entre las variables: 1. días de floración, 2. altura de planta, 3. ubicación relativa de la mazorca, 4. coeficiente de desgrane y 5. rendimiento: n=144.

VARIABLES	VARIABLES			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
1	0.05	0.10	0.01	-0.01
2	-	0.05	-0.05	0.30**
3	-	-	-0.03	0.12
4	-	-	-	-0.06

** Dos asteriscos denotan que la correlación es significativa al nivel del 1% de probabilidad

La única correlación significativa fue entre las variables "altura de planta" y "rendimiento" ($P < 0.01$). Generalmente estas dos variables están correlacionadas positivamente, excepto en casos en que se presentan condiciones para el acamado de las plantas. Las medias de "altura de planta", fueron sorpresivamente muy inferiores a las de años anteriores. Como ejemplo el híbrido B-833 tuvo una altura promedio de 2.90 m en el ensayo del PCCMCA, localidad El Zamorano el año 1988. Este año midió 2.07 m. Este fenómeno pudo deberse a ataque de pulgones. Sin embargo, aparentemente los rendimientos no fueron afectados. Para otras variables evaluadas, como altura de mazorca, porcentaje de acame, incidencia de enfermedades, porcentaje de mazorcas con mala cobertura y porcentaje de mazorcas podridas, los híbridos no presentaron diferencias significativas.

Referencias:

CIMMYT, 1986. Instrucciones para el desarrollo del ensayo uniforme de maíz del PCCMCA. CIMMYT, Folleto 6 p.

Córdova, H.S. 1989. Evaluación de 36 cultivares de maíz en 20 ambientes de Centroamérica y El Caribe. PCCMCA 1988. XXXV Reunión Anual del PCCMCA. San Pedro Sula, Honduras, Abril 2 al 7, 1989.

EFFECTOS DE DENSIDAD DE SIEMBRA Y METODO DE EMASCULACION EN LA PRODUCCION DE SEMILLA DE TRES HIBRIDOS DE MAIZ¹

I. Luna, L. Corral y J.A. Perdomo²

En la producción de semilla híbrida de maíz es necesario controlar la polinización. El despanojado, labor que consiste en arrancar la panoja antes de que libere polen, es la forma convencional de hacerlo. Otro método es el descogollado. En esta tarea no se espera que emerja la panoja, sino que se arranca el cogollo, estructura que contiene la panoja y varias hojas.

En un trabajo anterior se probó que con el híbrido B-666 de la casa comercial Dekalb, los rendimientos de semilla eran estadísticamente iguales con los dos métodos de emasculación. Esto, a pesar del número de hojas que se perdieron con el descogollado (Corral y Granados, 1988).

Varios autores han estudiado el efecto de la pérdida de hojas superiores en la producción de maíz (Hicks, et al, 1977; Hunter, et al; 1973). Aunque en la mayoría de los casos se reporta una disminución en los rendimientos, esto parece depender del genotipo, densidad de siembra y época de defoliación.

Los objetivos de este trabajo fueron:

1. Evaluar el efecto de dos métodos de emasculación sobre la producción de semilla de maíz de tres híbridos.
2. Estudiar posibles interacciones entre métodos de emasculación, híbridos y densidades de siembra.
3. Comparar los costos involucrados en las labores de despanojado y descogollado.

Materiales y Métodos

Este trabajo se realizó en las Terrazas del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Los híbridos que se evaluaron fueron H-27, DeKalb B-666 y Max-301. Las densidades de siembra empleadas fueron 23 mil, 33 mil, 43 mil y 53 mil plantas por hectárea.

La siembra tuvo lugar el 11 Junio y la cosecha el 17 Oct 88. Las prácticas culturales como fertilización, combate de malezas y plagas se realizaron en la forma como se conducen los lotes de producción de semilla en la EAP.

El descogollado se realizó a los 47 y 49 días desde la siembra, cuando las plantas estaban entre los estadios V₁₅ y V₁₈ (Ritchie y

¹ Parte tomada del trabajo presentado por el autor principal como requisito para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Trabajo presentado en la XXXV Reunión Anual del PCCMCA, Abril 3-7 de 1989, San Pedro Sula, Honduras.

² Ex-estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica, Profesor-Jefe y Profesor Asistente, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana- El Zamorano, Honduras.

Hanway, 1984). El despanojado se efectuó en tres pasadas por el campo a los 55, 59 y 62 días desde la siembra. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con un arreglo factorial 3 x 2 x 4 y tres bloques.

Resultados y Discusión

Cuadro 1. Cuadrados medios de las variables: tiempo empleado en descogollar o despanojar y rendimiento de semilla.

Fuente de Variación	g.l.	Tiempo empleado	Rendimiento de semilla
Bloques	2	1.16 **	0.22 ns
Híbridos (H)	2	0.16 ns	27.69 **
Métodos (M)	1	3.03 **	20.87 **
Densidades (D)	3	4.40 **	29.74 **
H x M	2	0.04 ns	4.14 **
H x D	6	0.01 ns	1.09 ns
M x D	3	0.17 ns	0.43 ns
H x M x D	6	0.05 ns	0.95 ns
Error	46	0.11	0.64
C.V		21.38%	12.94%

ns No es estadísticamente significativo

** Significativo al nivel del 1%

La diferencia en "tiempo empleado" fue altamente significativa entre métodos. El tiempo promedio en descogollar y despanojar una hectárea se estimó en 43.80 y 54.75 horas, respectivamente. Con los costos de mano de obra en 1988, la diferencia sería de L.17.13 por hectárea.

Como la interacción de híbridos por métodos (H x M) resultó significativa para la variable "rendimiento de semilla", se presentan en el Cuadro 2 las medias correspondientes.

Cuadro 2. Medias de rendimiento, corregidas mediante covarianza por número de plantas, para la interacción híbridos por métodos (H x M).

Métodos	Híbridos			Medias (M)
	H-27	B-666	Max-301	
	<u>Rendimiento en t/ha</u>			
Despanojado	7.50 a**	7.19 a*	5.70 a**	6.80
Descogollado	5.57 b	6.48 b	4.64 b	5.56
Medias (H)	6.54	6.83	5.17	6.18

*, ** Letras distintas dentro de un mismo híbrido denotan diferencias significativas a los niveles del 1% y 5%, respectivamente.

Los rendimientos fueron más altos con el método de despanojado en los tres híbridos. Sin embargo el descogollado causó una mayor disminución de los rendimientos en el híbrido H-27 y Max-301, que en DeKalb B-666. Parece que en este último híbrido se presenta algún mecanismo fisiológico que compensa por la defoliación sufrida. La diferencia con los resultados reportados por Corral y Granados (1988), puede deberse a que el promedio de hojas arrancadas al descogollar el híbrido DeKalb B-666 fue 2.74. En este trabajo el promedio fue 4.76 hojas.

Por lo expuesto se puede concluir lo siguiente:

1. Existe diferencia entre genotipos en su respuesta al método de emasculación.
2. La densidad de siembra no interactuó con ninguno de los otros factores.
3. El ahorro en mano de obra con el descogollado no compensa la disminución en los rendimientos.
4. El descogollado es una buena alternativa cuando no se dispone de mucha mano de obra y es necesario adelantar el trabajo de emasculación.

Referencias

- Corral, L. R. y B.A. Granados. 1988. Estudio de dos métodos de emasculación en la producción de semilla de maíz híbrido. XXXIV Reunión Anual del FCCMCA. San José, Costa Rica. Marco 21-25, 1988.
- Hicks, D.R., W.W. Nelson and J.H. Ford. 1977. Defoliation effects on hybrids adapted to the northern corn belt. Agronomy Journal 69:387-390.
- Hunter, R.B.; C.G. Mortimore and L.W. Kannenberg. 1973. Inbred maize performance following tassel and leaf removal. Agronomy Journal 65-471-472.
- Ritchie, S.W. and J.J. Hanway. 1984. How a corn plant develops. Special report No.48. Iowa State University. Iowa, U.S.A.

EFEECTO DEL METODO DE EMASCULACION SOBRE LA COBERTURA DE MAZORCA EN EL MAIZ¹

I. Luna, L. Corral y J.A. Perdomo²

En el trabajo de tesis del autor principal (Luna, 1989) se analizó el efecto del método de emasculación sobre el rendimiento de semilla de tres híbridos comerciales de maíz. Mientras se conducía el trabajo de campo, se pudo observar una aparente diferencia en el número de mazorcas con mala cobertura entre los tratamientos. El objetivo de este trabajo es analizar un posible efecto del método de emasculación sobre la cobertura de mazorca en el maíz.

Materiales y Métodos

Los materiales y métodos están descritos en el trabajo "Efectos de densidad de siembra y método de emasculación en la producción de semilla de tres híbridos de maíz", que se presenta en esta edición del Informe Anual de Investigaciones, en las páginas anteriores.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presentan los totales de mazorcas con buena y mala cobertura, dentro de los métodos de emasculación, y el análisis de Ji-Cuadrado por tratarse de una variable con distribución binomial.

Cuadro 1.- Cuadro de contingencia con los valores observados (O), esperados (E) y de Ji-Cuadrado (χ^2), para evaluar diferencias entre métodos de emasculación con relación al número de mazorcas con buena y mala cobertura.

	Descogollado		Despanojado		Total
	O	E	O	E	
Número de mazorcas con buena cobertura	1222	(1190)	1176	(1208)	2398
Número de mazorcas con mala cobertura	51	(83)	116	(84)	167
Total	1273		1292		2565

$$\chi^2 (0.01)(1) = 6.63$$

$$\chi^2 \text{ Calculado} = 26.24^{**} \text{ (Significativo al nivel del 1\%)}$$

¹ Parte tomada del trabajo presentado por el autor principal como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo.

² Ex-estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica, Profesor-Jefe y Profesor Asistente, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana- El Zamorano, Honduras.

Estos resultados indican que el número de mazorcas con mala cobertura fue significativamente menor al descogollar que al despanojar. Esta observación aparentemente no ha sido reportada en la literatura. Contrell y Geadelmann (1981) estudiaron la contribución de las brácteas (tusa) al llenado de la semilla, cuando se despanoja mecánicamente. Las brácteas son hojas modificadas que cubren la mazorca. Generalmente éstas constan únicamente de la vaina, pero en algunos genotipos se observan láminas rudimentarias. Ellos encontraron que la contribución de las brácteas al rendimiento, fue significativamente mayor cuando se produjo defoliación de las plantas. Esto indica que en condiciones de defoliación, como las causadas al descogollar, las brácteas se vuelven fotosintéticamente más activas. Es posible que esta mayor actividad fotosintética está relacionada con un mayor desarrollo de las brácteas, que podría incluir incluso a las láminas. Lo anterior determinaría una mayor cobertura de la mazorca, como la observada en este experimento al descogollar. Esta observación debería validarse en futuros experimentos y estudiar su importancia y relación con la pudrición de la mazorca.

Referencias

- Contrell, R.G. and J.L. Geadelmann. 1981. Contribution of husk leaves to maize grain yield. *Crop Science* 21:544-546.
- Luna, I. 1989. Efecto de densidad de siembra y métodos e emasculación en la producción de semilla de tres híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.). Tesis, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, 62 p.

EVALUACION DE MATERIALES DE MAIZ AMARILLO DE LA CASA COMERCIAL "SEMILLAS CONTINENTAL" EN EL ZAMORANO, EN 1989¹

L. Corral, L.F. Chong Qui y G. Vargas²

Para la introducción comercial de nuevos materiales a una zona, es necesario conocer el comportamiento agronómico de esos genotipos en las condiciones ambientales de esa región.

El objetivo de este trabajo fue evaluar 15 híbridos de maíz amarillo de la casa comercial "Semillas Continental", en las condiciones de El Zamorano, Honduras.

Materiales y Métodos

La siembra se realizó el 21 Junio 89. El suelo del ensayo presentaba una textura franco-arenosa, con un pH de 5.5 y un contenido de materia orgánica de 2.7%. El ensayo se fertilizó con el equivalente a 100 kg/ha de N en dos aplicaciones y 36 kg/ha de P al momento de la siembra.

Las malezas se combatieron con 2.0 L/ha de metolachlor y 2.2 kg/ha de atrazina. Los insectos se combatieron con dos aplicaciones de chlorpyrifos (0.5 L/ha). La cosecha tuvo lugar el 8 Nov 89.

La precipitación total durante el ciclo del cultivo fue de 900 mm. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Además de los 15 híbridos proporcionados por "Semillas Continental" se incluyó el híbrido DeKalb B-833 como testigo. Las parcelas constaron de dos surcos de 5 m de largo y separados a 0.9 m. La distancia entre plantas fue de 0.2 m. para dar una población estimada de 55,000 plantas/ha.

Los datos se tomaron de acuerdo con el instructivo del PCCMCA para maíz (CIMMYT, 1986).

¹ Trabajo realizado a base de un acuerdo con la Casa Comercial "Semillas Continental" del Brasil.

² Profesor-Jefe y estudiantes del Programa de Ingeniería Agronómica, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana- El Zamorano, Honduras.

El pH y Potasio (K) son adecuados; mientras que el contenido de N y P son bajos. Se obtuvo un incremento en el rendimiento con la aplicación de N y P, según se observa en el cuadro siguiente:

Niveles de P ₂ O ₅ , kg/h	Niveles de N (kg/ha)					Efecto del P
	0	40	80	120	160	
	Rendimiento (kg/ha)					
0	5885	7199	6235	6791	6489	6520
30	6927	7415	8752	7596	7817	7702
60	6756	6875	6998	7599	7466	7139
90	7781	7001	7346	7689	7207	7405
120	5503	6795	7320	6744	7542	6781
Efecto del N	6570	7057	7330	7284	7304	

La función de producción muestra que el máximo rendimiento en las condiciones del ensayo se obtiene con la aplicación de 102.46 kg/ha N y 66.07 kg/ha de P₂O₅, considerando solamente la información de las repeticiones I y IV, ya que las parcelas II y III fueron muy afectadas por vientos huracanados con lluvias.

EVALUACION DE DIFERENTES METODOS DE COLOCACION DE FOSFORO SOBRE EL RENDIMIENTO DEL MAIZ EN EL ZAMORANO, HONDURAS¹

J.I. Auning, M. Rodríguez, L. Corral y J.A. Perdomo²

Los bajos niveles de fósforo (P) disponible observados en muchos de los suelos de América Central, indican que este nutrimento al igual que el nitrógeno (N) son los elementos más limitantes de la productividad de la mayoría de los cultivos que se producen en la región. Por otro lado, los fertilizantes fosforados son el ejemplo clásico de ineficiencia como suplidores de P a la planta, estimándose que solamente entre un 5% al 30% del P aplicado es aprovechado por la planta, el resto es fácilmente fijado por los minerales del suelo. Además es necesario que la planta encuentre suficiente concentración de P en la solución del suelo desde los primeros estados de crecimiento, pues de lo contrario pueden ocurrir daños irreversibles. Debido a la baja movilidad del P, excepto en los suelos arenosos y orgánicos, los intentos de colocación de este nutrimento en la zona de las raíces de la plántula, por medio de aplicaciones posteriores a la germinación, causan cortes en las raíces que dañan la planta joven limitando así la absorción del P y otros elementos. Con el propósito de determinar el método de aplicación de P para obtener los máximos rendimientos de maíz, se estableció un ensayo en la terraza 13 del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). La siembra se efectuó el 21 Junio 88 con el maíz híbrido H-27. Se estudiaron cuatro métodos de aplicación de P: a) voleo incorporado en el suelo, b) banda incorporado en el suelo, c) voleo sin incorporar y d) banda sin incorporar. Todos los tratamientos recibieron 100 kg/ha de P₂O₅ y 150 kg/ha de N. Todo el P y la mitad del N se aplicaron a la siembra, y el resto del N se aplicó a los 30 días después de la siembra. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Las parcelas median 4 x 5 m (20 m²), y la parcela útil fue de 12 m².

El suelo del experimento presentó las siguientes características:

Textura	pH(KCl)	N (%)	M.O. (%)	P (ppm)
Franco arenosa	5.0	0.21	2.2	10

El suelo es ácido, el contenido de N y materia orgánica es medio, mientras que el nivel de P disponible es bajo. El método de aplicación de P tuvo un efecto en el rendimiento, altura de la

¹ Parte del trabajo realizado en 1988 como requisito parcial del primer autor para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano.

² Ex-estudiante, Profesor Asociado y Profesor Asistente, Departamento de Agronomía, EAP- El Zamorano.

planta y altura de la primera mazorca, según se observa en el cuadro siguiente:

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (m)	Altura primera mazorca (m)
Voleo incorporado	6675	2.33	1.37
Banda incorporado	5247	2.28	1.33
Voleo sin incorporar	6319	2.34	1.40
Banda sin incorporar	5491	2.29	1.35

Los mejores rendimientos se obtuvieron con el tratamiento al voleo incorporado y sin incorporar, aunque no hubo diferencias significativas entre tratamientos; estos tratamientos también tendieron a incrementar la altura de la planta y de la primera mazorca. La aparente reducción en el rendimiento con la aplicación en banda posiblemente esté relacionada con la alta concentración de P en el sitio de aplicación, lo cual podría causar una interferencia en la absorción de algún nutrimento como el zinc, por la planta de maíz.

EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS Y EPOCAS DE APLICACION DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DEL MAIZ EN EL ZAMORANO, HONDURAS¹

J.I. Auhing, M. Rodriguez, L. Corral y J.A. Perdomo²

Los bajos rendimientos de maiz obtenidos por los agricultores centroamericanos se deben en parte a la baja tecnología usada, incluyendo dosis y épocas de aplicación inapropiados. La fertilización nitrogenada y fosforada son las que más se han estudiado y continúan estudiándose en la región, ya que son estos los nutrimentos más limitantes de la producción. La respuesta del maiz a la aplicación de fertilizantes varía no solamente con las condiciones climáticas y edáficas sino también con el nivel de tecnología utilizado. Los efectos observados en el crecimiento de las plantas como resultado de fertilizantes nitrogenados son muy marcados y rápidos: por lo que el nitrógeno (N) no solamente debe conservarse en el suelo, sino que su concentración debe ser regulada para obtener el máximo beneficio para las plantas. Estas consideraciones indican la importancia de estudiar dosis y épocas de aplicación de este nutrimento. Por lo tanto se estableció un ensayo con los objetivos siguientes: estudiar el efecto de niveles de aplicación de N en el rendimiento de maiz y determinar la mejor época de aplicación de este elemento para obtener los máximos rendimientos. El experimento se estableció en la Terraza 15 del Departamento de Agronomía de la EAP el 21 de junio de 1988. Se estudiaron cuatro niveles de N: 75, 150, 225 y 300 kg/ha en combinación factorial con número de aplicaciones: a) 1/3 a la siembra, 1/3 a los 30 días después y 1/3 a los 50 días después de la siembra y b) 1/2 a la siembra y 1/2 a los 30 días después. Los tratamientos se arreglaron en bloques completamente al azar con 4 repeticiones. Las parcelas miden 4 x 5 m (20 m²) y la parcela útil fue de 12 m². Se usó semilla de maiz híbrido H-27 a una densidad de población de 50,000 plantas por hectárea.

¹ Parte del trabajo realizado en 1988 como requisito parcial del primer autor para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana (EAP)-El Zamorano, Honduras.

² Ex-estudiante, Profesor Asociado, Jefe y Profesor Asistente, Departamento de Agronomía, EAP-El Zamorano, Honduras.

La altura de la mazorca fue afectado por el nivel de nitrógeno y tendió a ser incrementado por el número de aplicaciones como puede observarse en el cuadro siguiente:

Niveles de N (kg/ha)	Número de aplicaciones		Efecto del N
	2(0 y 30 dds) [*]	3(0,30 y 50 dds)	
	<u>Altura de la mazorca (m)[†]</u>		
075	1.35 a	1.40 a	1.38 ab
150	1.43 a	1.46 a	1.45 a
225	1.38 a	1.42 a	1.40 a
300	1.32 a	1.34 a	1.33 b

* dds = días después de la siembra

† Valores seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.

El rendimiento del maíz fue afectado por los niveles de N y por el número de aplicaciones, según se observa en el cuadro siguiente:

Niveles de N (kg/ha)	Número de aplicaciones		Efecto del N
	2	3	
	<u>Rendimiento (kg/ha)[*]</u>		
75	5872 a	6975 a	6423 ab
150	6781 a	7703 a	7242 a
225	5068 a	6209 a	5639 b
300	4028 a	4325 a	4177 c
Efecto del número de aplicaciones	5438 b	6303 a	

* Valores seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.

El rendimiento se incrementó con los niveles de N hasta 150 kg/ha; pero niveles superiores causaron una reducción en el rendimiento. Por otro lado, el rendimiento con tres aplicaciones de N fue superior al obtenido con dos aplicaciones. La función de producción indicó que el máximo rendimiento se obtiene con la aplicación de 112 kg/ha de N.

EVALUACION DE SORGOS HIBRIDOS DE LA CASA COMERCIAL "SEMILLAS CONTINENTAL" EN EL ZAMORANO, EN 1989¹

L. Corral, G. Vargas y L.F. Chono Qui²

Cuando se trata de introducir nuevos materiales a una región, es necesario conocer su comportamiento en las condiciones agrometeorológicas de esa zona. El objetivo de este trabajo fue evaluar 15 sorgos híbridos de la casa comercial "Semillas Continental" del Brasil, en comparación con un testigo local.

Materiales y Métodos

La siembra tuvo lugar el 29 Junio 89. Las características del suelo del ensayo fueron: textura franco-arenosa, pH 5.5, materia orgánica 2.5%. La fertilización consistió en el equivalente de 80 kg/ha de N y 30 kg/ha de P. Se incorporó todo el P y 27 kg/ha de N a la siembra. A los 25 días desde la siembra se incorporó el resto de N. Las malezas se combatieron en preemergencia con terbutryn de (2 kg/ha). Para el combate de insectos se realizó una aplicación de chlorpyrifos (0.5 L/ha). La cosecha se realizó el 30 Oct 89. La precipitación total durante el ciclo del cultivo fue de 724 mm. Para la conducción del experimento se trabajó con un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. El número de tratamientos fue 16 (los 15 híbridos del Brasil más el híbrido local 'Catracho'). La parcela experimental constó de dos surcos de 5 m de largo y separados a 0.7 m. Se sembró a chorro seguido. A los 10 días se realizó un raleo para dejar las plantitas a 0.06 m de distancia. La población estimada fue de 238,000 plantas/ha. Los datos que se tomaron fueron: días a floración, acame de raiz y tallo, altura de la planta en centímetros, número de plantas por parcela, incidencia de enfermedades foliares y rendimiento de grano en kg/parcela.

¹ Trabajo realizado a base de un acuerdo con la Casa Comercial "Semillas Continental" del Brasil.

² Profesor-Jefe, y estudiantes del Programa de Ingeniería Agronómica. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana- El Zamorano, Honduras.

Resultados y Discusión

Cuadro 1. Promedio de las variables: 1. días a floración, 2. altura de planta en cm, 3. plantas por parcela y 4. rendimiento de grano en kg por parcela.

Nombre	VARIABLES			
	1	2	3	4
New Tropic	55.3	99.6	74.0	4.13
Bullión	52.0	100.3	72.7	1.90
Monsoon	52.0	114.6	75.0	4.60
Pac-2307	42.6	96.3	59.3	2.63
Pac-2310	42.3	100.3	62.7	2.13
C-111	50.6	108.3	106.3	3.87
C-222	55.6	101.6	88.0	4.40
C-422	55.6	106.6	76.0	3.67
C-522	55.0	110.0	85.0	4.27
C-822	52.6	98.6	72.3	4.50
C-921	56.0	109.3	69.0	4.10
Coex-8801	55.3	88.3	84.0	4.33
Coex-8802	51.0	89.0	75.3	3.60
Coex-8803	54.6	93.6	90.0	4.53
Coex-8804	56.3	94.6	59.3	3.60
Catracho	57.6	140.0	81.7	4.53
Valor F	106.46**	10.28**	5.52**	5.36**
D.V.	1.43%	6.47%	11.69%	16.96%
D.M.S. 5%	1.26	11.14	15.00	1.07

** Significativo al nivel del 1%.

Como se observa en el Cuadro 1, los híbridos difirieron significativamente ($P < 0.01$) en las variables estudiadas. Con relación a rendimiento, ningún híbrido de "Semillas Continental" fue superior al híbrido local 'Catracho'. Las variables 1, 2 y 3 del Cuadro 1 estuvieron correlacionadas ($P < 0.01$) positivamente con la variable rendimiento.

En general, los materiales tuvieron un buen comportamiento agronómico en lo referente a acame de raíz y tallo e incidencia de enfermedades. Esto último con excepción de los híbridos Bullion, Pac-2307 y C-822, que presentaron ataques severos de tizón de la hoja (agente causal Helminthosporium turcicum Pass.), de roya (agente causal Puccinia purpurea Cooke) y posiblemente de mancha zonal de la hoja (Gloeocercospora sorghii), determinadas según Williams et al. (1978).

Referencias

Williams, R.J., R.A. Frederiksen y J.C. Girad. 1978. Sorghum and pearl millet disease identification handbook. ICRIAT-Texas A & M University, India-Texas. U.S. Information Bulletin No.2, 88 p.

CRECIMIENTO DE Tilapia nilótica MACHOS CULTIVADOS EN JAULAS CON ALIMENTOS EN TRES DIFERENTES TEXTURAS

C. Aceituno y D.E. Meyer¹

Los alimentos pelletizados para peces son generalmente más costosos y no están disponibles en todas partes de los países en desarrollo. Varios investigadores recomiendan alimento pelletizado para el cultivo de tilapia en jaula. Coche (1979; 1982) considera que la pérdida de alimento (pellets-flotante) en jaulas es más fácilmente controlado que alimento en polvo y que en jaulas pequeñas por lo menos, el alimento flotante puede ser mejor para tilapia. Los objetivos de este experimento fueron comparar la ganancia de peso e índice de conversión alimenticia para la especie T. nilótica en jaulas alimentadas con tres diferentes texturas: pelletizado, grumos y pulverizado.

Para este experimento se utilizaron 12 jaulas para engorde de peces (1.2 m³ cada una), las cuales fueron sembradas el 10 de Junio de 1989 con 60 peces de T. nilótica cada una. Esta densidad de siembra fue seleccionada basándose en datos de ensayos anteriores. El ensayo se llevó a cabo en el lago Monte Redondo (1.5 ha extensión superficial) de la EAP, a una altura de 780 metros sobre el nivel del mar. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar, y estuvieron representados por alimento pelletizado peces (28% proteína) comprado en FANALCO S.A. y suministrado a los peces en un primer tratamiento como pellets entero (sin moler) y en un segundo tratamiento como pulverizado (pellets pasado por molino eléctrico). Como dieta testigo se utilizó el alimento que normalmente se usa para engorde de peces en lagunas, elaborado en la planta de alimentos de la Escuela Agrícola Panamericana, el cual fue distribuido en forma de grumos (alimento triturado en molino de martillo). Los alimentos fueron distribuidos tres veces al día, en un principio el alimento diario fue calculado con nivel alimenticio de 9%, el cual a partir del día 42 fue disminuido hasta un 5% debido a que el índice de conversión alimenticia estaba muy alto (índice de conversión > 3:1) lo que significaba que buena parte del alimento estaba siendo desperdiciado. Posteriormente se comprobó que no había diferencia en el aumento de peso al tener el nivel alimenticio tanto al 9% como el 5%, por lo cual se continuó alimentando el ensayo con niveles alimenticios de 5% y más bajos. Con el objeto de observar la ganancia en peso por tratamiento, corregir los niveles alimenticios y darse una idea del estado de salud de los peces, se llevó a cabo muestreos de las jaulas a intervalos mínimos de 21 días. Los parámetros de oxígeno disuelto, pH, temperatura y turbidez, para este periodo de cultivo se encontraban en los siguientes rangos: oxígeno disuelto en el agua en la mañana de 1.5 a 2 ppm y en la tarde de 5 a 7 ppm. El pH en rangos de 6.5

¹ Asistente y Jefe del Proyecto de Acuicultura, Departamento de Ciencias Básicas, Escuela Agrícola Panamericana- El Zamorano, Honduras.

a B.6. La turbidez del agua fluctuante entre 10 a 35 cm y en temperatura del agua entre 20 a 21 grados centígrados en la mañana y entre 26 y 28 grados centígrados en la tarde.

El Cuadro 1 muestra los resultados del cultivo en los cuales mediante el análisis de variancia (Ándeva) se encontró que el porcentaje promedio de sobrevivencia para los peces a los 150 días del ensayo no tuvo diferencia significativa, sin embargo, la diferencia en la producción total entre los tratamientos se debió principalmente a la textura del alimento, ($P \leq 0.05$). También en el incremento diario promedio en peso se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) a favor de los peces alimentados con alimento pellets entero cuya ganancia diaria fue de 1.35 g/día, seguido por la dieta testigo (alimento en grumos) con 0.96 g/día y finalizando con alimento pulverizado (pellets molido) con el peso diario más bajo de 0.83 g/día. Los índices de conversión alimenticia no mostraron diferencia significativa, pero si estuvieron altos ($> 3:1$) especialmente para alimento pellets molido y alimento en grumos. La fig. 1 muestra como el índice de conversión alimenticia estuvo alto durante los primeros 45 días del ensayo; posteriormente, con la baja de los niveles alimenticios al 5%, el índice de conversión alimenticia se normalizó, particularmente para el pellets entero (promedio ICA = 2.3:1). No sucedió lo mismo para las texturas en grumos y pulverizado, cuyo índice de conversión alimenticia promedio fueron de 3.6:1 y 3.7:1 respectivamente.

Los peces alimentados con pellets entero tuvieron diferencia significativa a $P \leq 0.05$ con una ganancia en peso (peso promedio = 202.5 g) superior a la dieta en grumos y pellets molido cuyos pesos promedios fueron 144 gramos y 124.5 g respectivamente. Lo anterior indica que los peces cultivados en jaulas y alimentados con alimento pellets entero incrementaron en peso en forma más rápida que aquellos peces alimentados con la dieta en grumos y pellets molido bajo las condiciones de la EAP. Para la alimentación de peces en jaulas con concentrado es aconsejable comenzar con niveles alimenticios de 6% y terminar con niveles alimenticios de 2%, ya que no existe una diferencia significativa en usar niveles alimenticios altos (9%) (Coche, 1982). Definitivamente no resulta económico alimentar con pellets molido, pero si se puede pensar en el uso de la dieta testigo, que si bien es cierto la producción que da esta dieta testigo en kg de pescado es de 71% en comparación a la producción de pellets entero, también es cierto que sus costos por alimento resultan más bajos, por lo que en países en desarrollo se podría implementar una dieta de este tipo buscando métodos más efectivos para su distribución en las jaulas de cultivos de peces.

Referencias

Coche, A.G. 1982. Cage Culture of Tilapia. pp 205-246 In:
R.S.V. Pullin and R.H. Lowe - MacConnell (eds.), The
Biology and Culture of Tilapias, Manila. Philipines.

Coche, A.G. 1982. Feed and Feeding. pp 170. 174 In:
M. Beveridge, Cage Aquaculture. England.

Cuadro 1. Resultados del cultivo de Tilapia nilótica machos en jaulas alimentados con tres diferentes texturas de alimento durante 150 días.

Textura alimento	Sobre- vivencia (%)	Frod. total (kg)	Incremento (g/pez/día)	I.C.A.*	Promedio ganancia peso (g)
Pellets entero	94.4	41.7	1.35	2.30:1	202.5
Testigo	92.2	32.9	0.96	3.60:1	144.0
Pellets molido	82.2	24.3	0.83	3.70:1	124.5
Andeva	ns	*	*	ns	*

* Índice de conversión alimenticia.

ns = no significativo, *= significativo al nivel $P \leq 0.05$.

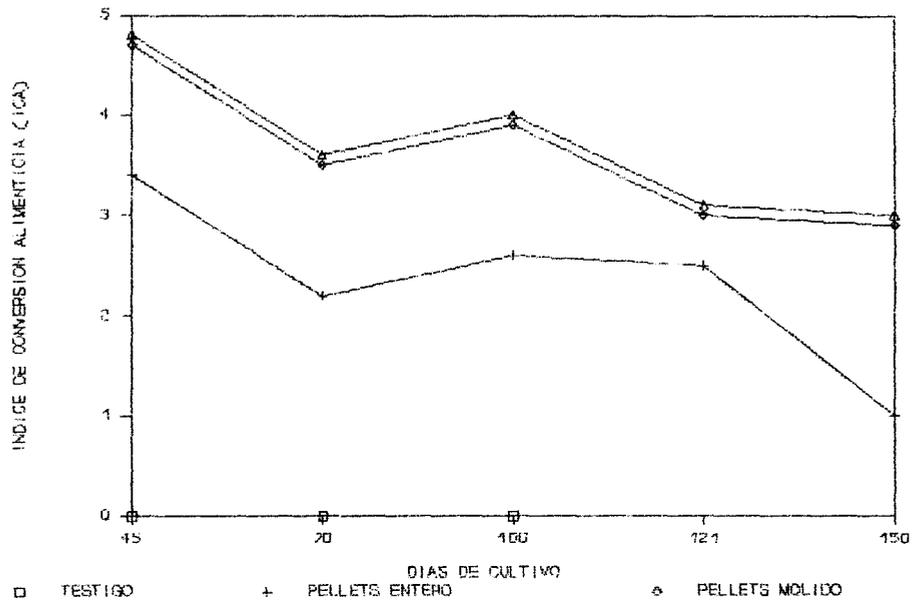


Figura 1. Índice de conversión alimenticia (ICA) para Tilapia nilótica alimentada con dos tipos de textura de alimento y una dieta testigo.

CRECIMIENTO DE Tilapia nilótica MACHOS EN JAULAS CON TRES DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA

C. Aceituno y D.E. Meyer¹

Un buen manejo de peces cultivados en jaulas resultará en más aprovechamiento de alimento concentrado, mayor porcentaje de sobrevivencia y más ganancia en peso aunque el nivel de oxígeno disuelto en el agua sea muy bajo (Campbell, citado por Coche, 1977). En nuestro ensayo de la estación seca para el año 1988, encontramos que el cultivo de Tilapia nilótica en jaulas a densidades de 100 peces/m² alimentado con 29% de proteína (alimento pelletizado-peces) no mostraron o indicaban acercarse a la capacidad de carga de jaula o sea que los peces en el ultimo periodo del ensayo seguían ganando buen peso por día de 1.5 gramos y más, lo que trajo como seguimiento, este ensayo para determinar la ganancia en peso para cultivo de Tilapia nilótica cultivadas con tres diferentes densidades de siembra. Se utilizó en el ensayo tres densidades de siembra (60 peces/m², 120 peces y 240 peces/m²) para medir su efecto en crecimiento de la especie mencionada. el 29 de Octubre de 1988 fueron sembradas doce jaulas (1.2 m² c/u) arregladas en un diseño completamente al azar en el lago Monte Redondo de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Los peces sembrados fueron ejemplares de Tilapia nilótica machos con rango en peso corporal de 18 a 32 gramos. Se utilizó en la alimentación de estos peces alimento pelletizado para peces con 29% de proteína que es vendido comercialmente por FANALCO S.A. en Tegucigalpa, D.C., Honduras. La tasa de alimentación diaria fue de 6% del peso corporal al iniciar el ensayo, reduciéndose a 2% al finalizar el experimento. El alimento fue distribuido 3 veces diariamente en las jaulas durante los 180 días del ensayo. Para llevar un control de la calidad del agua del lago Monte Redondo, semanalmente se tomó lectura del oxígeno disuelto en el agua, temperatura, turbidez y pH, por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) se analizó el incremento en peso promedio por tratamiento (densidad de siembra por m²) sobrevivencia (%), producción neta (kg/m²), incremento en peso diario por pez (g/pez/día) e índice de conversión alimenticia. las lecturas de oxígeno disuelto en el agua registradas durante el transcurso de este ensayo oscilaron de 1 a 1.5 ppm en la mañana y de 5.0 a 6.0 ppm por la tarde. La temperatura del agua varió de 18 a 20 grados centígrados en la mañana y de 24 a 25 grados centígrados en la tarde, la turbidez (penetración de luz) variable entre 10 a 40 cm y el pH en un rango de 7.4 a 8.3. La calidad de agua para esta época lluviosa (clima frío) especialmente por las bajas temperaturas y oxígeno disuelto registrado, podría ser una limitante para una buena ganancia en peso promedio no así para la turbidez y pH que se mantuvieron en los rangos normales. El análisis de los resultados a través del análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas (P \leq 0.01) para la

¹ Asistente y Jefe del Proyecto de Acuicultura, Departamento de Ciencias Básicas, Escuela Agrícola Panamericana- El Zamorano, Honduras.

ganancia en peso promedio por tratamiento y la producción neta por jaula, no mostrando así diferencia significativa para la sobrevivencia e índice de conversión alimenticia. Mediante la prueba Duncan la ganancia en peso promedio para el tratamiento de 60 peces/m³ (223.4 gramos) resultó con diferencia significativa ($P \leq 0.05$) del tratamiento de 120 peces/m³ cuyo incremento en peso promedio fue de 191.7 gramos y del tratamiento de 240 peces/m³ con un incremento en peso promedio de 164.0 gramos. Igualmente se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para ganancia en peso promedio al comparar los 2 últimos tratamientos de 120 y 240 peces/m³. Como conclusión si deseamos mayor peso por individuo cultivado en jaulas tenemos que limitarnos a la más baja densidad de siembra 60 peces/m³, pero si deseamos mayor producción neta en kilogramos por jaula podríamos seleccionar la densidad más alta de 240 peces/m³ cuya producción de acuerdo a nuestro resultado fue de 34.4kg/m³ la cual resultó con diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en comparación con densidades de 60 y 120 peces/m³ cuyas producciones netas fueron de 11.2kg y 18.8kg/m³ respectivamente.

En la figura No.1 se observa que durante los primeros 100 días del cultivo la diferencia en ganancia en peso entre los tratamientos es mínima, pero a partir del día 120 del cultivo en adelante la Tilapia nilótica cultivada a densidades de 60 peces/m³ muestra una ganancia superior en peso a los otros dos tratamientos (120 peces/m³ y 240 peces/m³).

La Fig. 2 presenta como la producción total por jaula para aquella densidad de 240 peces/m³ supera en producción a las densidades de 60 y 120 peces/m³.

Referencias

- Coche, A.G. 1982. Cage Culture of Tilapia. pp 205-246 In: R.S.V. Pullin and R.H. Lowe - MacConnell (eds.). The Biology and Culture of Tilapias, Manila, Philipines.
- Coche, A.G. 1982. Feed and Feeding. pp 170. 174 In: M. Beveridge, Cage Aquaculture, England.

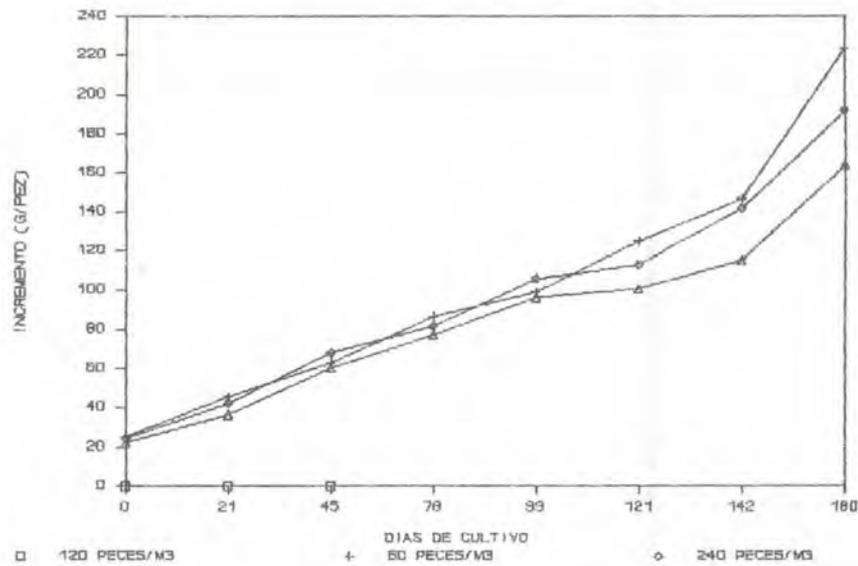


Fig. 1 Incremento en peso promedio (g/pez) de Tilapia nilótica machos cultivados en jaula bajo tres densidades de siembra.

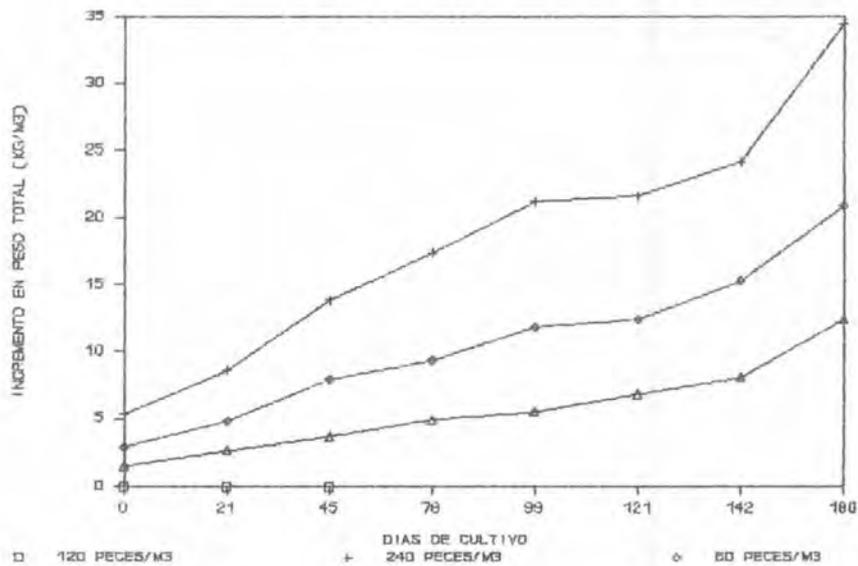


Fig. 2 Incremento en peso total (kg/m³) de Tilapia nilótica machos cultivados en jaula bajo tres densidades de siembra.

EL ANALISIS DE COVARIANZA CON MSTAT-4.0 o VERSIONES ANTERIORES

L. Corral¹

El programa de computación para el diseño, manejo y análisis de experimentos de investigación agronómica MSTAT, versiones 4.0 y anteriores, no tiene un subprograma específico para análisis de Covarianza.

El objetivo de este trabajo es el presentar un método que con el uso combinado de los subprogramas para los análisis de varianza y regresión-correlación, se obtiene la información necesaria para estructurar el cuadro de análisis de covarianza.

En el caso de un experimento con un diseño de Bloques Completos al Azar, los pasos a seguirse para un análisis de covarianza son los siguientes:

1. Realizar los análisis de varianza, tanto para X como para Y, empleando los subprogramas ANOVA-2 o FACTOR. Este último es preferible ya que las medias de los bloques y las de los tratamientos quedan almacenadas en el archivo.

2. Con el subprograma CORR obtenga la covarianza total $Cov_{(total)}$ entre las variables X y Y. La suma de productos total, $SPTotal$, es igual a:

$$SPTotal = Cov_{(total)} (kr-1), \text{ en la que}$$

k = número de tratamientos y
r = número de bloques

3. Con CORR obtenga la covarianza de las medias de los tratamientos, $Cov_{(T)}$. Recuerde que las medias de X y Y están

ya en el archivo. Usted debe indicarle a la computadora los casos del archivo en los que se encuentran. La fórmula para encontrar la $SPTrat$ a partir de la $Cov_{(T)}$ es:

$$SPTrat = Cov_{(T)} (k-1)(r)$$

4. En forma similar obtenga la covarianza de las medias de los bloques o repeticiones $Cov_{(R)}$ y la $SPRep$:

$$SPRep = Cov_{(R)} k(r-1)$$

¹ Profesor de Agronomía y Diseños Experimentales. Jefe Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana- El Zamorano, Honduras.

Con procedimientos parecidos se puede efectuar análisis de covarianza con diseños que incluyan cuadrados latinos, factoriales, parcelas divididas, etc.

Supongamos ahora un experimento con un diseño de Bloques Completos al Azar y un arreglo factorial:

$r = 3$ = número de bloques
 $a = 3$ = número de niveles del factor A
 $b = 2$ = número de niveles del factor B
 $c = 4$ = número de niveles del factor C
 $N = 72$ = número de observaciones ($3 \times 3 \times 2 \times 4$)

1. Para la SP_{Total} , empleando el subprograma CORR, se encuentra la Covarianza entre las 72 observaciones X y Y:

$$SP_{Total} = Cov_{(total)} \quad (a \ b \ c \ r-1)$$

2. Para la SP_{Trat} , se encuentra la covarianza de las 24 MEDIAS (abc) entre X y Y:

$$SP_{Trat} = Cov_{(T)} \quad (a \ b \ c-1)(r)$$

3. Para la SP_{Rep} , se encuentra la covarianza de las 3 medias (r) entre X y Y:

$$SP_{Rep} = Cov_{(R)} \quad (a \ b \ c)(r-1)$$

4. Para la Suma de Productos del factor A, $SP(A)$, se encuentra la covarianza de las 3 medias (a) entre X y Y:

$$SP(A) = Cov_{(A)} \quad (a-1)(bcr)$$

5. Como el factor B tiene sólo dos niveles, CORR no calcula la covarianza. Consecuentemente ésta debe encontrarse con la fórmula normal:

$$SP(B) = \frac{\sum_B X \sum_B Y}{acr} - \frac{\sum_B X \sum_B Y}{abcr}$$

6. Para SP(C), se encuentra la covarianza de las 4 medias (c) entre X y Y:

$$SP(C) = \text{Cov} \frac{\sum (c-1)(abr)}{(C)}$$

7. Para la interacción, SP(AB), se encuentra la covarianza de las 6 medias (ab) entre X y Y:

$$SP(AB) = \text{Cov} \frac{\sum (ab-1)(cr) - SP(A) - SP(B)}{(AB)}$$

8. Para SP(AC), se encuentra la covarianza de las 12 medias (ac) entre X y Y:

$$SP(AC) = \text{Cov} \frac{\sum (ac-1)(br) - SP(A) - SP(C)}{(AC)}$$

9. Para SP(BC), se encuentra la covarianza de las 8 medias (bc) entre X y Y:

$$SP(BC) = \text{Cov} \frac{\sum (bc-1)(ar) - SP(B) - SP(C)}{(BC)}$$

10. Para SP(ABC):

$$SP(ABC) = SP(\text{trat}) - SP(A) - SP(B) - SP(C) - SP(AB) - SP(AC) - SP(BC)$$

Estas fórmulas para las Sumas de Productos se fundamentan en lo siguiente, tomando como ejemplo el numeral 4 último:

$$\text{Cov} \frac{\sum \sum \begin{matrix} A \\ X \end{matrix} \quad \begin{matrix} A \\ Y \end{matrix}}{bcr} - \frac{\sum \sum \begin{matrix} A \\ X \end{matrix} \quad \sum \sum \begin{matrix} A \\ Y \end{matrix}}{abcr}}{(A)} = \frac{\hspace{10em}}{abcr-1} \quad (1)$$

$$\text{Cov} \frac{\sum \sum \begin{matrix} \bar{A} \\ X \end{matrix} \quad \begin{matrix} \bar{A} \\ Y \end{matrix}}{(A)} = \frac{\sum \sum \begin{matrix} \bar{A} \\ X \end{matrix} \quad \sum \sum \begin{matrix} \bar{A} \\ Y \end{matrix}}{a}}{a-1} \quad (2)$$

$$\frac{\sum_{x,y}^A}{bcr} = bcr \sum_{x,y}^{\bar{A}} \quad (3)$$

$$\frac{\sum_x^A \sum_y^A}{abcr} = \frac{bcr \sum_x^{\bar{A}} \sum_y^{\bar{A}}}{a} \quad (4)$$

Al multiplicar todos los términos de la ecuación (2) por bcr se tiene, tomando en cuenta las equivalencias de las ecuaciones (3) y (4):

$$\text{Cov}_{(A)}(bcr) = \frac{\sum_{x,y}^A - \frac{\sum_x^A \sum_y^A}{abcr}}{a-1} \quad (5)$$

Como $SP(A) = \frac{\sum_{x,y}^A}{bcr} - \frac{\sum_x^A \sum_y^A}{abcr}$, entonces

$$SP(A) = \text{Cov}_{(A)}(a-1)(bcr); \text{ que es lo que se quería demostrar.}$$

TRANSFORMACIONES DE DATOS EMPLEANDO EL PROGRAMA DE COMPUTACION MSTAT VERSION 4.0 o VERSIONES ANTERIORES

L. Corral¹

En el programa de computación para el diseño, manejo y análisis de experimentos de investigación agronómica MSTAT-C, las transformaciones de datos se realizan con relativa facilidad (1). Sin embargo en la versión MSTAT-4.0 y anteriores, algunas transformaciones de datos presentan cierta dificultad. Este trabajo tiene como objetivo presentar la forma en la que podemos transformar datos experimentales que violen las presunciones del análisis de varianza, empleando el subprograma CALC de MSTAT-4.0 o versiones anteriores. Las transformaciones más comúnmente empleadas son: logaritmo, raíz cuadrada y arco seno, dependiendo de la presunción que no se cumpla (2).

Transformación logarítmica

En general para la transformación logarítmica usamos los logaritmos de base 10, llamados también comunes. Para realizar esta transformación, la fórmula que se programa en CALC es:

$$10 \quad W(Y) = \text{LOG}(W(X))/\text{LOG}(10)$$

En esta fórmula Y es la nueva variable, es decir la variable que va a recibir los datos transformados; X es la variable que contiene los datos originales. Los datos en la variable X deben ser positivos y mayores que cero. Si tenemos datos iguales a cero, entonces debemos sumar 1 a todos los datos. En este caso la fórmula sería:

$$10 \quad W(Y) = \text{LOG}(W(X) + 1)/\text{LOG}(10)$$

Si únicamente deseáramos transformar los datos a logaritmos naturales o neperianos (de base 2.7183) la fórmula sería:

$$10 \quad W(Y) = \text{LOG}(W(X)).$$

Transformación raíz cuadrada

Esta transformación no reviste mayor dificultad. La fórmula que se programa en CALC es:

$$10 \quad W(Y) = \text{SGR}(W(X))$$

en donde Y es la variable que recibe los datos transformados y X la variable con los datos originales.

¹ Profesor de Agronomía y Diseños Experimentales. Jefe Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana- El Zamorano, Honduras.

Si existen datos iguales a cero, para eliminarlos podríamos usar esta fórmula:

$$10 \quad W(Y) = \text{SQR}(W(X) + 0.5)$$

Transformación arco seno

Para la transformación de porcentajes a valores arco seno la fórmula se basa en la relación entre arco seno y arco tangente.

La fórmula es:

$$10 \quad W(Y) = \text{ATN}(\text{SQR}(W(X)/(100-W(X)))) * 57.2958$$

en donde Y es la variable que recibe los datos transformados y X es la variable con los datos originales (porcentajes).

El valor 57.2958 resulta al dividir 180 entre el valor de pi (3.1416). Esto es para transformar de radianes a grados.

El mismo resultado se obtiene también así:

$$\begin{aligned} 10 \quad W(Y) &= \text{SQR}(W(X)/100) \\ 20 \quad W(Z) &= \text{ATN}(W(Y)/\text{SQR}(1-W(Y) * W(Y))) \\ 30 \quad W(n) &= W(Z) * 57.2958 \end{aligned}$$

En este caso no tenemos una fórmula muy grande pero se requieren tres líneas de programación e igual número de variables por definirse.

Notas importantes

1. En todas las transformaciones indicadas las variables Y, X, Z, N, etc. deben estar designadas con valores numéricos.
2. Tenga en cuenta que todos los paréntesis en las fórmulas son importantes.
3. Los números 10, 20, 30, etc. adelante de las fórmulas, se refieren a líneas de programación en BASIC. Las fórmulas están escritas en BASIC.

Referencias

- Bricker, B. 1989. MSTAT-C. What makes it different? MSTAT User's News. 4:7-8.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1985. Bioestadística: Principios y Procedimientos; 2da Edición. (Traducido al Español por R.B. Martínez). Editorial McGraw-Hill Latinoamericana, S.A. Bogotá-Colombia. 622 p.

COMO PROCEDER AL ANALISIS DE EXPERIMENTOS EXPLORATORIOS
2º CUANDO n ES IGUAL O MAYOR QUE CINCU, CON EL PROGRAMA MSTAT

L. Corral¹

Cuando se introduce una nueva especie de la que se tiene poca información, se recomienda el empleo de experimentos exploratorios en los que se evalúan varios factores a la vez. En estos casos el investigador está interesado en obtener información rápida sobre qué factores e interacciones de primer orden son más importantes. De esta forma en futuros experimentos se puede reducir el número de factores y aumentar el número de niveles de cada factor. La teoría sobre estos experimentos y el análisis de los mismos están explicados en varios textos (Kempthorne, 1979; Cochran y Cox, 1957).

Con las opciones corrientes del subprograma FACTOR del programa de computación MSTAT se pueden analizar experimentos factoriales hasta con cuatro factores. Para experimentos con cinco o más factores la opción a usarse es la No.35 de FACTOR, versión MSTAT-C o la No.29 de la versión MSTAT-4 (MSTAT User's guide, 1987). La opción No. 35 de FACTOR permite el análisis de diseños no contemplados en las 34 opciones anteriores. Para esto es necesario proporcionar a la computadora valores K. Estos valores K corresponden a los números ordinales de un arreglo sistemático de los tratamientos.

En el caso de un factorial 2⁵, el arreglo sistemático de los 32 tratamientos y los valores K se presentan en el cuadro siguiente:

Trat.	Valores K						
(1)	-	d	8	e	16	de	24
a	1	ad	9	ae	17	ade	25
b	2	bd	10	be	18	bde	26
ab	3	abd	11	abe	19	abde	27
c	4	cd	12	ce	20	cde	28
ac	5	acd	13	ace	21	acde	29
bc	6	bcd	14	bce	22	bcde	30
abc	7	abcd	15	abce	23	abcde	31

Esta notación de los tratamientos indica la ausencia o presencia del nivel más alto de un determinado factor. Por ejemplo, el tratamiento (1) nos dice que los cinco factores se encuentran en el nivel más bajo. La combinación ab nos señala que tenemos los factores A y B con el nivel más alto y los demás factores con el nivel más bajo.

Como en los experimentos factoriales hay lo que se denomina "repetición escondida", estos se pueden planificar con una sola

¹ Profesor de Agronomía y Diseños Experimentales, Jefe Departamento Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana-El Zamorano, Honduras.

repetición o incluso con una fracción de repetición. Esto permite mantener bajo el número de tratamientos. Como ejemplo, un factorial 2^6 tiene 256 tratamientos. Siguiendo procedimientos descritos en textos (Cochran y Cox, 1957; Kempthorne, 1979) se puede tomar una fracción de esos tratamientos, por ejemplo una cuarta parte de ellos. El resultado es un factorial fraccionado $1/4 (2)^6$. Un experimento con 64 tratamientos es obviamente más fácil de conducir que uno con 256 tratamientos. En estos experimentos factoriales con una repetición o fracción de repetición, el error experimental lo forman generalmente las interacciones entre tres o más factores. El objetivo de este trabajo es presentar la metodología a seguirse para el análisis de factoriales 2^n en los que n es igual o mayor que cinco, usando el programa MSTAT-C.

PRIMER CASO- Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial

Supongamos que se trata de un experimento con un diseño de bloques completos al azar y un arreglo factorial 2^6 . En este caso el número de factores es seis ya que bloques o repeticiones se toman como otros factor. Para entrar los valores K se considera a bloques como el factor A. Como el error experimental va a estar formado por todas las interacciones de A con los otros factores, OMITIR los valores K de estas interacciones. Como se trata de seis factores, el último valor K a entrar será 62 que corresponde a la interacción bcdet.

SEGUNDO CASO- Un diseño Completamente al Azar con un arreglo factorial y una sola repetición.

Supongamos que se trata de un factorial 2^6 con una sola repetición. La presunción necesaria es que el error experimental está formado por las interacciones de segundo grado (tres factores) o más altas. En consecuencia, los valores K a omitirse son: 7, 11, 13, 14, 15, 19, 21, 22, 23, 25, etc. El último valor K a entrar es 24, que corresponda a la interacción DE.

TERCER CASO- Un diseño de Bloques Incompletos al Azar con una repetición y un arreglo factorial

Supongamos que se trata de un experimento factorial 2^6 con una sola repetición y cuatro bloques incompletos, con ocho tratamientos cada uno. En este caso deben haber tres interacciones confundidas con los bloques. Supongamos que estas son las interacciones ACD, ABCE y BDE. Se procede en forma similar a lo descrito en el caso anterior (SEGUNDO CASO), pero no se omite los valores K correspondientes a las interacciones confundidas con los bloques. Estos valores K son: 13, 23 y 26. Se suman las SUMAS DE CUADRADOS de estas interacciones y forman la Suma de Cuadrados de Bloques con tres grados de libertad.

CUARTO CASO- Un diseño factorial fraccionado

Supongamos que se trata de un experimento factorial fraccionado $1/4 2^6$. El total de tratamientos es 64. El programa MSTAT sólo tiene capacidad para siete factores y además no acepta factoriales fraccionados. En este caso se le "engaña" a la computadora y se le indica que únicamente se trata de un experimento factorial $2^6=64$, y con una repetición completa.

Se procede a hacer tres análisis. En el primero se pueden analizar los factores A, B, C, D, E, F. En el segundo se analizan los factores A, B, C, D, G, H. En el tercero, los factores a analizarse son: A, B, E, F, G, H o C, D, E, F, G, H. Este tercer análisis es necesario para obtener todas las 28 interacciones de primer grado. A continuación, el cuadro de análisis de varianza se estructura manualmente. La Suma de Cuadrados del Error se encuentra restando de la Suma de Cuadrados Total, todas las Sumas de Cuadrados de los efectos principales y de las interacciones de primer grado.

Referencias

- Cochran, W.G. and G.M. Cox. 1987. Experimental Designs. Second Edition. John Wiley and Sons. New York, N.Y. 617 p.
- Kempthorne, D. 1979. The Design and Analysis of Experiments. Robert E. Krieger Publishing Co. Inc. Huntington, N.Y. 631 p.
- MSTAT, User's Guide. 1987. A software Program for the design, management and analysis of agronomic research experiments. Manual prepared by P. Power, B. Bricker and C. Brown. Michigan State University, Michigan. 6-18 a 6-26 p.

CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE Rhizobium EN SUELOS ORGANICOS DEL LAGO YOJOA, HONDURAS

O. Cosenza y J.C. Rosas¹

En los últimos años el costo de los fertilizantes se ha incrementado en una forma alarmante debido a la crisis energética (Bowen, 1982). Las leguminosas son cultivos privilegiados, ya que pueden obtener nitrógeno del ambiente y utilizarlo para su beneficio, con la ayuda de su asociación simbiótica con la bacteria Rhizobium (Vincent, 1970). Según resultados obtenidos, la inoculación con Rhizobium puede ser tan efectiva como el uso de fertilizantes nitrogenados, siempre y cuando ésta sea hecha en forma efectiva.

En la actualidad, los inoculantes utilizados en Honduras provienen del exterior. Estos productos son de duración limitada además de requerir condiciones favorables para su mantenimiento. El transporte y almacenamiento representan grandes limitantes para la viabilidad del Rhizobium y en ambos casos la temperatura no debe ser mayor de 30-35°C. Esto representa problemas para los países importadores ya que a su recibimiento el producto presenta una calidad inferior a la esperada. Para solventar este problema se ha despertado la inquietud de producir inoculante localmente y de esta forma minimizar en gran parte las pérdidas por transporte y almacenamiento.

La turba ha sido el material acarreador comúnmente usado en la producción de inoculantes comerciales; sin embargo, esta no se encuentra siempre disponible en cantidades necesarias en todos los países (Burton, 1981). Debido a la escasa disponibilidad de turba en Honduras, se realizó el presente estudio donde se utilizó suelo con alto contenido de materia orgánica proveniente de tres localidades cercanas al Lago Yojoa, Honduras, con el fin de verificar la utilidad de este material como acarreador en la fabricación de inoculante.

Cada muestra de suelo fue secada al aire y pasada por un tamiz de malla 10 para inoculantes granulados. Una parte se esterilizó en un autoclave a 115°C x 15 psi por una hora durante 3 días. Otra parte se esterilizó al horno a 100°C por una hora durante 3 días. El resto de la muestra no se esterilizó. Cada muestra esterilizada y sin esterilizar fue dividida en dos tratamientos: aplicación de carbonato de calcio estéril al 10% para neutralizar el pH y sin carbonato de calcio. Cada tratamiento fue dividido en 4 repeticiones de 250 g de suelo cada uno.

Una vez separados los tratamientos se procedió a la inoculación de las muestras con caldo de levadura-manitol inoculado previamente con la cepa "Viking 1" que se dejó madurar por 6 días. Las muestras se almacenaron durante aproximadamente 6 meses, realizándose mensualmente una prueba de conteo para determinación de poblaciones y medición del pH (Vincent, 1970; Somasegaran, 1985). Al final de

¹ Técnico de Laboratorio y Profesor Asociado. Sección Proyectos de Investigación, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana-El Zamorano.

los 6 meses se suspendieron las pruebas para finalizar el conteo. En ambos tratamientos de esterilización, el número de colonias en el primer mes mostró una reducción, posiblemente debida a un proceso de adaptación de la bacteria al medio. En el segundo y tercer mes, se observó un crecimiento gradual en el número de colonias y en los meses subsiguientes este permaneció más o menos estable. Este comportamiento favorable pudo deberse a que la bacteria se encontró libre de competencia en los medios estériles. El tratamiento sin esterilizar presentó un descenso gradual en el número de las colonias, siendo siempre inferior a los otros tratamientos, lo cual pudo deberse a la competencia que la bacteria tuvo de parte de otros microorganismos en el medio (Cuadro 1). La adición de carbonato de calcio incrementó los valores del pH en las muestras durante los primeros 4 meses, haciéndolos en algunos casos más favorables para el crecimiento de las bacterias y permaneciendo el pH estable durante el quinto y sexto mes. Durante los dos primeros meses no existió una correlación significativa entre el pH y el número de colonias en las muestras, posiblemente debido a que la cal añadida aún no presentaba efecto en el pH del medio. A partir del tercer mes, sí hubo una correlación significativa entre el carbonato de calcio añadido y el número de colonias en el medio. Por esta razón se recomienda agregar el carbonato de calcio al medio, 2 meses antes a la preparación de inoculantes para incrementar así el pH del medio y hacerlo más favorable al crecimiento de las colonias. En conclusión, se observó que el esterilizar el suelo en forma apropiada puede ayudar al rápido establecimiento de la bacteria en este medio; sin embargo, el uso del suelo no estéril puede ser suficientemente efectivo debido a que este suelo permanece inundado gran parte del año y la presencia de otros microorganismos es muy baja. Se recomienda utilizar suelo del lago Yojoa como material acarreador para la producción de inoculantes en Honduras.

Referencias.

- Burton, J. 1981. Rhizobium inoculants for developing countries. *Tropical Agriculture (Hawaii)* 58(4): 291-295.
- Somasegaran, F. y H. Hoben. 1985. *Methods in Legume-Rhizobium Technology*. University of Hawaii, USA. 367 p.
- Vincent, J.M. 1970. *Manual for practical study of the root-nodule bacteria*. I.B.P. Handbook #15, Oxford. Blackwell Scientific Publ. 164 pp.

Cuadro 1. Efecto del tipo de suelo, método de esterilización y presencia de cal en el pH del medio y el número de colonias presentes.

Tratamiento	Meses de evaluación											
	1ro		2do		3ero		4to		5to		6to	
	pH ^x	NC ^y	pH	NC								
SUELO (A)												
Suelo I	6.98	7.66	7.05	7.69	7.13	7.79	7.11	7.76	7.16	7.60	7.00	7.57
Suelo II	6.70	7.75	6.88	7.84	6.94	7.68	6.97	7.69	7.00	7.57	7.00	7.48
Suelo III	6.45	7.65	6.65	7.50	6.85	7.69	6.82	7.64	6.94	7.57	7.00	7.44
Signif.	**	ns	**	ns	**	ns	**	ns	**	ns	ns	ns
DMS (0.05)	0.11	-	0.13	-	0.15	-	0.14	-	0.14	-	-	-
CAL (B)												
Con cal	7.23	7.66	7.29	7.64	7.39	7.90	7.42	7.81	7.84	7.71	7.25	7.64
Sin cal	6.19	7.71	6.36	7.71	6.56	7.55	6.51	7.59	6.73	7.45	6.56	7.36
Signif.	**	ns	**	ns	**	*	**	ns	**	*	**	*
ESTERILIZACION (C)												
Autoclavado	6.76	7.93	6.93	7.88	7.12	8.02	7.06	8.01	7.20	7.76	6.99	7.73
Al horno	6.83	7.65	6.93	7.69	7.03	7.73	7.09	7.63	7.20	7.65	7.02	7.55
Sin ester.	6.54	7.47	6.63	7.45	6.77	7.42	6.74	7.45	6.70	7.83	6.70	7.21
Signif.	**	*	**	*	**	*	**	**	**	*	**	**
DMS (0.05)	0.11	0.25	0.13	0.25	0.15	0.32	0.14	0.27	0.27	0.24	0.14	0.28
INTERACCION												
AxB	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	*	ns	ns	ns
AxC	ns	ns	**	ns	**	ns	*	ns	ns	ns	**	ns
BxC	ns	ns	**	ns								
AxBxC	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^x pH (agua)

^y Log número de colonias/g suelo

*,**,ns Significativo al nivel $P \leq 0.01$, ≤ 0.05 y no significativo, respectivamente.





ZAMORANO

BIBLIOTECA WILSON POPENOE



208400