

COMPORTAMIENTO DE POBLACIONES MEJORADAS DE MAÍZ, (*Zea mays*, L), EN ASOCIACION CON MUTANTES DE FRIJOL, (*Vigna unguiculata*, (L) Walp) Y FRIJOL CHINO (*Vigna radiata* (L) Wilczek).⁽¹⁾

ALBERTO PARRA G.⁽²⁾

RESUMEN

Se examinó el comportamiento de dos poblaciones mejoradas de maíz a través de la selección entre y dentro de familias de medio-hermanos y un híbrido comercial, cuando se asociaron con la variedad de Frijol Ojo Negro y dos mutantes superiores obtenidos mediante la utilización de técnicas nucleares, así como la variedad original Mara de frijol chino, y dos mutantes derivados de ésta, por el mismo procedimiento. El frijol chino se comportó mejor en asociación que el frijol en términos de producción equivalente. El mutante 30-71 de frijol chino fue consistentemente superior al resto de las leguminosas asociado con todas las variedades de maíz y también en monocultivo en términos de producción equivalente (3591 Kg/ha vs. 3142 Kg/ha de la variedad original), materia seca total, índice de cosecha y producción total de proteína/ha. La asociación de maíz con leguminosas fue superior al monocultivo en todos los tres parámetros mencionados arriba, las poblaciones mejoradas de maíz se mostraron superiores al híbrido en asociación, especialmente la población Amarillo Ciclo II. El mutante de frijol chino 30-71 parece ser superior a los otros mutantes en crecimiento precoz, extracción de nutrientes y transferencia al grano, índice de cosecha y actividad radicular medida a través del ³²P. Así mismo se determinó el efecto que el sombreamiento de plantas de porte alto y bajo de maíz produce en las leguminosas asociadas con este cereal. Los resultados demuestran las grandes posibilidades que tienen estas poblaciones mejoradas para ser cultivadas en asociación.

ABSTRACT

The agronomic behavior of two improved populations of corn obtained through selection between and within families of half-sibs and a commercial hybrid, in association with the cowpea cultivar Ojo Negro and two superior mutants obtained from it through induced mutations by using nuclear techniques, as well as the mungbean cultivar Mara and two superior mutants of it obtained in the same way. Mung bean was superior in association to cowpea in terms of yield equivalent. The mung bean mutant 30-71 was consistently superior to the rest with all corn materials and also in sole cropping in terms of yield equivalent (3591 Kg.ha⁻¹ compared to 3142 Kg.ha⁻¹ of parent), total dry matter, harvest index and total protein yield.ha⁻¹. Intercropping of a legume with corn was superior to sole cropping for all

(1) Parte de una investigación llevada a cabo en la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, bajo los auspicios de la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA), Viena.

(2) Profesor Titular, jefe de la Cátedra de Genética de la Facultad de Agronomía, de la Universidad del Zulia.

the above three parameters. The improved corn populations were superior to the commercial hybrid in association, especially Amarillo Ciclo II. The mutant M 30-71 appears to be superior to the others in early growth, nutrient extraction and transfer to grain, harvest index with better root activity as measured by ^{32}P . The effect of shading of tall and short plants of corn on legumes in association was also studied. Results show the great possibilities of these improved populations to be used in associated cropping.

INTRODUCCION

La asociación de dos o más cultivos es un sistema tradicional practicado en condiciones semiáridas tropicales para asegurar el suministro de alimento dentro de condiciones meteorológicas inestables en Latinoamérica, África y Asia. Tal sistema provee los requerimientos alimenticios básicos para el agricultor puesto que en este sistema de cultivo generalmente están involucrados un cereal, una leguminosa y/o una oleaginosa. Esto también implica una mejor distribución de la mano de obra familiar a lo largo del ciclo de cultivo (6, 9, 10, 15). Puesto que el sistema tradicional ha evolucionado con cultivares primitivos, es esencial la utilización de combinaciones varietales superiores para mejorar la productividad utilizando las nuevas variedades de alta producción. La competencia interespecífica y el incremento de la densidad de siembra, posible con la utilización de cereales de porte bajo, deben ser considerados cuando se asocian dos o más especies (6), la arquitectura de la planta de las especies involucradas, la tasa de crecimiento en las etapas iniciales, la extracción de nutrientes y la interacción en el complejo plagas-enfermedades determinan la escogencia de combinaciones específicas de variedades y genotipos (15). El maíz, el frijol y el frijol chino se asocian tradicionalmente en Latinoamérica para ser cultivados (12). Se reportan resultados contradictorios acerca del efecto de la asociación comparada con el monocultivo y hay reportadas considerables interacciones genotipos x sistemas de cultivo (1, 4, 5, 11, 16).

En los programas de mejoramiento genético del maíz llevados a cabo en la Universidad del Zulia, se desarrollaron dos compuestos superiores de maíz, uno blanco y otro amarillo utilizando la selección entre y dentro de familias de medio hermanos con la finalidad de reemplazar los híbridos existentes de adaptación limitada.

Similarmente, en los programas de mejoramiento genético de leguminosas utilizando técnicas nucleares se produjeron doce mutantes, ocho de frijol y cuatro de frijol chino; estos mutantes poseían características de altos rendimientos, resistencia a enfermedades y hábito determinado (3). El presente estudio fué hecho utilizando los mutantes de leguminosas, el material original del cual se obtuvieron los compuestos mejorados de maíz y un híbrido comercial con el objeto de identificar la combinación maíz-leguminosa más apropiada para cultivarla en asociación.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación fué llevada a cabo en el período 1983-1985 en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, Maracaibo. Las variedades de maíz usadas fueron las poblaciones élite, Amarillo Ciclo II, Blanco Ciclo II, el híbrido Comercial Arichuna; la población de maíz originaria de Colombia H-211 (200 cm de altura), y una población de porte bajo derivada del híbrido de Jubilee (130 cm de alto). Todas las poblaciones de maíz fueron desarrolladas a través de dos o tres ciclos de selección entre y dentro de progenies de medio hermanos para incremento de los rendimientos y reducción de la altura de las plantas. En frijol, se utilizó la variedad "Ojo Negro" de hábito semi determinado y dos de los mutantes de hábito determinado derivados de esta población, el 30-1 y el 30-5. En frijol chino se utilizaron la variedad original Mara-1 y dos mutantes derivados de ésta, el 30-71 y el 30-25. Los mutantes de frijol y frijol chino fueron obtenidos por irradiación de semilla de las variedades originales utilizando una fuente de rayos gamma de ^{60}Co . Una descripción detallada del material es presentada en (3).

El material se cultivó durante el período Septiembre-Diciembre que es la época más apropiada para el cultivo de maíz, en la Granja Experimental de la Facultad de Agronomía de LUZ, que posee suelos Typic Haplargid. Se aplicó fertilizantes presiembra a las dosis de 30 Kg N + 80 Kg K₂O₅ + 20 Kg K₂O, estas dosis son las normales para maíz en el Estado Zulia, salvo para el Nitrógeno donde se aplicó una mínima de establecimiento que no afecta la nodulación en las leguminosas.

Se efectuó control preemergente de malezas y se controló *Spodoptera* mediante la aplicación de insecticidas. Se sembró una parcela adicional, sin aplicarle nitrógeno, para que sirviera de comparación pero no fué incluida en los análisis. Las distancias de siembra fueron 100x25 cm para maíz y 33x10 cm, en leguminosas. En las parcelas de asociación, se sembraron dos hileras de leguminosas entre las hileras de maíz. No se plantaron leguminosas dentro de las hileras de maíz puesto que no hay diferencias significativas entre los dos tipos de siembra y en el primer caso se facilita mucho más la conducción del experimento. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. El tamaño de la parcela fué de 32m², compuesta de cuatro hileras de maíz, para maíz solo, ocho hileras de leguminosa, para leguminosa sola; y cuatro hileras de maíz y ocho de leguminosa para la asociación de las dos, proporcionando 138 plantas de maíz y 640 de leguminosa por parcela. Se cosecharon las dos hileras centrales de maíz y las cuatro de leguminosa como área efectiva de parcela, excluyendo las borduras.

Se tomaron observaciones de diez plantas de maíz tomadas al azar y diez plantas de leguminosa. Las características medidas fueron altura de plantas de maíz (desde el suelo hasta la hoja bandera), altura de mazorca (de la base a la inserción de la mazorca), porcentaje de materia seca (las cuatro hojas superiores incluyendo la hoja bandera en maíz, y seis hojas en las leguminosas, dos de la base, dos del medio y dos de la parte superior); Proteína cruda en las hojas medida por el método de Kjeldahl en la misma muestra utilizada para materia seca. La producción de granos fué determinada separadamente para maíz y leguminosa en cada parcela. La producción equivalente fué determinada usando la siguiente ecuación:

$$Yeq = YM + \frac{PL + YL}{PM}$$

donde:

Yeq = Valor de la producción equivalente.

YM = Rendimiento del maíz (Kg/parcela).

YL = Rendimiento de la leguminosa (Kg/parcela).

PM = Precio del maíz-kg.

PL = Precio de leguminosa-kg.

El error de muestreo y el error experimental, se unieron cuando la homogeneidad fue evidente.

RESULTADOS

Los experimentos se condujeron por tres años. Los resultados de cada experimento se describen separadamente, a continuación: Los datos de 1984 se viciaron debido a robo de mazorcas en el campo y por tanto no se incluyen en los resultados.

EXPERIMENTO 1. (1983)

Los veintisiete tratamientos de este experimento estaban formados por la combinación de dos variedades de maíz y un híbrido, tres genotipos de frijol y tres de frijol chino como se especifican a continuación:

Mo = Tratamiento sin maíz Fo = Tratamiento sin leguminosa Ll = Frijol Chino L, Var-Original.
M1 = Población Amarilla. F1 = Frijol Var. Original.
M2 = Híbrido Arichuna F2 = Mutante ON-30-1 L2 = Mutante M-30-71
M3 = Población Blanca. F3 = Mutante ON-30-5 L3 = Mutante M-30-25

De la combinación de estos cultivos se formaron tres tratamientos de maíz solo, tres de frijol y tres de frijol chino, nueve combinaciones de maíz-frijol, y nueve combinaciones, maíz frijol chino.

Producción y producción equivalente: El análisis estadístico reveló diferencias significativas entre los tratamientos para producción (kg/parcela) notándose interacciones para combinaciones específicas maíz leguminosas en asociación. (Tabla 1).

TABLA 1: Rendimiento en Kg/32 m² de cada cultivo, solo y asociado en 1983.

Sistema de Cultivo	Maíz		Frijol		Frijol chino
Monocultivo	M ₁ 24,7		F ₁ 41,0		L ₁ 15,7
	M ₂ 26,6		F ₂ 33,9		L ₂ 31,2
	M ₃ 20,5		F ₃ 38,9		L ₃ 18,2
	Maíz	Frijol	Maíz	Frijol chino	
	M ₁ F 21,4	+	27,5	M ₁ L ++	23,2
	M ₂ F 20,5	+	22,6	M ₂ L ++	17,1
	M ₃ F 23,5	+	22,3	M ₂ L ++	18,2
	F ₁ M 26,0	+++	26,1	L ₁ M +++	18,2
	F ₂ M 22,5	+++	23,2	L ₂ M +++	18,9
	F ₃ M 16,9	+++	23,1	L ₃ M +++	21,2

+: Promedio de todas las variedades de frijol.

++: Promedio de todas las variedades de frijol chino.

+++ : Promedio de todas las variedades de maíz.

Interacción $X^2_{(10 \text{ gl})}$ Para rendimiento de maíz = 39** (P < 0,001)

Interacción $X^2_{(10 \text{ gl})}$ Para rendimiento de leguminosa = 16,4 (no significativo)

Interacción $X^2_{(1 \text{ gl})}$ Solo maíz vs. Cultivo Asociado = 9,3** (P < 0,0002)

Interacción $X^2_{(3 \text{ gl})}$ Variedad de maíz (3) vs. Leguminosas (2) = 12,1** (P < 0,01).

Puesto que el análisis de varianza para la producción combinada de los dos cultivos en asociación es complicada debido a la heterogeneidad de varianza de los tres cultivos, se utilizó la prueba de X^2 para verificar las interacciones en los datos para la asociación, las grandes interacciones para el rendimiento del maíz $X^2_{(10 \text{ gl})} = 39.4$ (P < 0.0001) y la ausencia de interacción para el rendimiento de las leguminosas $X^2_{(10 \text{ gl})} = 16.4$ (n.s.) muestran que es sumamente importante la escogencia de una variedad apropiada de maíz para cultivarla en asociación. Se encontraron también interacciones significativas entre el monocultivo y la asociación $X^2_{(1 \text{ gl})} = 9.3$ (P < 0.002). Similarmente, se detectaron interacciones significativas entre los genotipos de maíz con las especies leguminosas $X^2_{(3 \text{ gl})} = 12.1$ (P < 0.01) indicando que unas combinaciones genotípicas específicas de las especies involucradas son superiores a otras.

El análisis de varianza para producción equivalente mostró que la asociación es superior al monocultivo de maíz o leguminosa (Tabla 2). El híbrido de maíz no parece apropiado para cultivarlo en asociación. El compuesto de maíz amarillo resultó ser el mejor para cultivarlo en asociación. Cuando se utiliza la producción equivalente todas las combinaciones de asociación son superiores a los mejores rendimientos de los monocultivos. En el frijol, la variedad original Ojo Negro no fué significativamente diferente de sus mutantes. El cultivar amarillo de maíz es superior a los otros cultivares de maíz, en asociación, tanto con frijol como con frijol chino. El mutante de frijol chino M-30-71 (L2), se comportó bien con los tres cultivares de maíz indicando que tiene buena capacidad asociativa general. Además de esto, este mutante tiene un excelente rendimiento en monocultivo. En el análisis de producción equivalente, todas las combinaciones de maíz con frijol chino y los mutantes de esta leguminosa, fueron superiores a los mutantes de frijol.

TABLA 2. Producción Equivalente en Kg/32 m² de los diferentes monocultivos y asociaciones estudiadas en 1983.

	F ₁	F ₂	F ₃	L ₁	L ₂	L ₃	Monocultivo de Maíz
M ₁	180,5	116,7	97,0	111,3	142,2	133,6	24,7
M ₂	98,3	127,7	107,1	134,9	137,0	100,2	26,6
M ₃	112,6	101,8	123,8	110,2	136,3	139,6	20,5
Monocultivo de Leguminosa	164,0	135,6	151,8	73,4	145,5	85,1	

E.S._d (5%) = 10,2

D.C. (5%) = 20,2 kg.

EXPERIMENTO 2 (1985)

Este experimento involucraba ocho tratamientos derivados de la combinación de dos poblaciones de maíz, una alta semidulce (200 cm de altura) derivada de la población colombiana H-211, con ciclo de 100 días. La segunda variedad era una población de porte bajo (130 cm) derivada del híbrido dulce Jubilee originario de Idaho, U.S.A., con ciclo de 80 días. No se incluyó el híbrido porque demostró ser incompatible para asociación en los experimentos 1 y 2.

Como leguminosa se incluyó el frijol chino que se comportó mejor que el frijol, en forma general, en asociación, en los experimentos anteriores. Los cultivares utilizados fueron la variedad original y el mutante superior M-30-71. Los resultados del análisis de producción equivalente, materia seca y proteína cruda se muestran en la Tabla 3.

Los resultados en producción equivalente confirman la superioridad de la asociación sobre el monocultivo. Es interesante resaltar que la población de porte alto tuvo rendimientos significativamente superiores a la población de porte bajo en monocultivo, mientras que la población de porte bajo fué superior a la alta en asociación. El mutante de frijol chino fué superior a la variedad original tanto en monocultivo como en asociación y produjo máximos rendimientos en el maíz. Estos resultados confirman las conclusiones preliminares acerca de la superioridad del mutante de frijol chino en asociación con maíz. Se nota claramente que el porte alto de las plantas de maíz no es el mejor para asociación, probablemente debido al sombreado que produce en la leguminosa y la competencia por humedad y nutrientes en las capas superficiales del suelo.

TABLA 3. Estimados de la Producción Equivalente a otros caracteres agronómicos de dos variedades de maíz en tres diferentes sistemas de cultivo en 1985.

Variedades de Maíz	Sistema de Cultivo	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Materia Seca Total (kg/ha)	Proteína Cruda Total (kg/ha)	Producción Equivalente (kg/ha)
	Solo	196,7	114,6	813,0	191,0	2250,0
Maíz de porte alto	Con frijol chino var. original	195,4	118,0	1000,0	334,0	3142,0 ⁺
	Con mutante 30-71	181,8	128,4	1156,0	378,0	3591,0 ⁺
	Solo	111,3	32,3	344,0	78,0	1031,0
Maíz de porte bajo	Con frijol chino var. original	124,4	44,4	1156,0	419,0	4094,0
	Con mutante 30-71	121,4	41,7	1750,0	597,0	5500,0
	E.S.-d	14,5	10,2	43,5	66,6	155,2
	D.C. (1%)	28,5	20,2	85,3	130,2	304,2

+ Los valores correspondientes de monocultivo del frijol chino original y el mutante son 2216 y 2916 kg/ha respectivamente.

En la producción de materia seca se establece claramente la superioridad del mutante (Tabla 3). Como era de esperarse, la materia seca total de maíz de porte alto es mucho mayor que en la de porte bajo, pero el % de materia seca es similar. Por tanto el mutante de leguminosas proporciona más materia seca contribuyendo sustancialmente a los altos valores de materia seca en la producción equivalente e indica que la transferencia de los nutrientes al grano es más eficiente que en la variedad original tanto en monocultivo como en asociación.

La producción de proteína cruda (Tabla 3) en las asociaciones es cerca del doble de los monocultivos. De nuevo el mutante combinado con maíz produce altos valores de proteína. Se confirma la factibilidad de utilización del mutante de frijol chino en asociación con maíz en base a tres criterios: producción equivalente, materia seca y proteína cruda.

De acuerdo a los resultados pueden desarrollarse también poblaciones de porte bajo para ser utilizados en asociación para las condiciones de Venezuela.

DISCUSION

La transformación de los sistemas de producción tradicionales a intensivos para proveer rendimientos estables dentro de condiciones meteorológicas erráticas, donde dos o más especies están creciendo juntas requiere de la escogencia apropiada de genotipos de las especies con posibilidades de asociación. Los cultivares utilizados hasta el presente en asociación son buenos para la agricultura

de subsistencia ya que son productos de la selección natural pero no necesariamente poseen rendimientos superiores. El cambio del tipo de planta en cereales de altos rendimientos requiere de fertilización adecuada, humedad y otros insumos que incluyen incremento en la densidad de siembra. Se ha obtenido éxito limitado en el desarrollo de tipos de plantas adecuados para ser cultivados en suelos con stress de humedad y baja fertilidad como es el ejemplo del sorgo, mijo perla, trigo de zonas áridas y arroz, los cuales combinan buena actividad radicular en perfiles profundos del suelo, sincronización del ahijamiento y tipo de planta de porte bajo (8, 13, 14, 15).

Es necesario identificar los genotipos que posean eficiencia superior en absorción hídrica. En Nigeria se reportan asociaciones maíz-frijol como superiores al monocultivo cuando el agua del suelo no es limitante (8). Esto parece ser contrario a las necesidades básicas de rendimientos estables dentro del "stress" de humedad impredecibles. Sin embargo los reportes del IITA (2) muestran claramente que el maíz asociado con frijol incrementa la producción de grano por unidad de área como en nuestro estudio. Este estudio considera que el incremento en la productividad se debe a diferencias de la fase de crecimiento que produce diferencias de tiempo para la máxima demanda de recursos naturales por los cultivos integrantes de la asociación. El cambio del tipo de planta, tanto en maíz como en frijol chino en nuestro estudio pueden considerarse como importantes para una mejor utilización de la luz solar por el frijol chino ya que demostró susceptibilidad al sombreamiento en asociación con maíz de porte alto. De hecho la máxima producción equivalente se obtiene con la asociación de frijol chino mutante y maíz de porte bajo. (Tabla 3).

La actividad radicular es igualmente importante en cultivos asociados para agricultura de zonas áridas porque se evita la competencia por humedad y nutrientes de la misma superficie de suelo en etapas críticas del crecimiento. En el presente estudio se nota claramente la superioridad del frijol chino con respecto al frijol en cuanto a competencia ya que el rápido establecimiento de la planta, crecimiento y nodulación en frijol chino es superior al frijol en las dos semanas posteriores a la germinación, además el sistema radicular en frijol chino crece rápida y verticalmente hasta 80 cm en algunos casos.

En nuestro estudio, la superficie fotosintética por unidad de área en frijol es mayor que en frijol chino, pero la eficiencia en la movilización de la energía parece ser superior en frijol chino. Además del frijol es altamente sensible al sombreamiento y sufre cuando se asocia a menos que sea de hábito trepador.

La variedad de porte bajo de maíz se mostró más apropiada para asociación aunque su biomasa en monocultivo es inferior a la variedad de porte alto (Tabla 3). Debe examinarse si la actividad radicular del maíz de porte bajo es diferente al alto. Estudios preliminares en actividad radicular utilizando ^{32}P no revelan claras diferencias entre los dos tipos de maíz. El mejor comportamiento del maíz amarillo sobre el blanco requiere posteriores investigaciones para una explotación más apropiada.

En conclusión, parece que pueden alcanzarse altas productividades en asociación de cereales y leguminosas utilizando genotipos de los cultivos involucrados. Tipo de planta, actividad radicular, producción de biomasa y actividad simbiótica en leguminosas son factores importantes a tomar en cuenta para obtener éxito dentro de las asociaciones de "stress" de humedad encontrados comúnmente en los trópicos semiáridos. El presente estudio demostró que es posible mejorar las poblaciones de maíz y leguminosas por selección recurrente para un sistema de asociación. Este esquema sería similar a la de Selección Recurrente Recíproca. Los parámetros a utilizar en tal esquema de selección deben determinarse a través del estudio de los mecanismos de producción del maíz de porte bajo encontrado superior en nuestros experimentos. Tal estudio se encuentra actualmente en proceso.

REFERENCIAS

1. ABBAS, M.A., and V. MARCARIAN (1984). Effect of intercropping on cowpeas and sorghum. *Agronomy abstracts. Proc. 76th Annual Meeting. Las Vegas, Nevada. USA.* pp 97.
2. ANONIMOUS (1983). *Annual report for 1982 of International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria.*
3. AVILA, R. and B.R. MURTY (1984). Mutational rectification of local cultivars of cowpea and mung-bean for plant type and productivity. *International Atomic Energy Agency, Vienna, TEC DOC 305: 235-1251.*
4. DAVIS, J.H.C.; L. BEUNINGEN; M.V. ORTIZ and C. PINO (1983). Selecting beans (*Phaseolus vulgaris*, L) for tolerance to competition from maize when inter cropped. *Agronomy abstracts. Proc. 75th. Annual Meeting, Washington D.C.* pp. 61.
5. ELMORE, R.W. and J.A. JACKOBS (1983). Effect of nodulation in soybean-sorghum intercrops. *Agronomy Abstracts. Proc. 75 Th Annual meeting. Washington, D.C.* pp. 105.
6. FEDERER, W.T. and A.J. WJESINHA (1983). Statistical design and analysis of intercropping experiments. *Biometric unit. Cornell Univ. Ithaca, N.Y.*
7. FEDERER, W.T. and B.R. MURTY (1985). Uses and limitations of multivariate analysis in analysis of intercropping experiments. *Bu. 858-M. Technical Series. Cornell University. Ithaca, N.Y.* pp. 1-20.
8. HULUGALLE, N.R. and R. LAL (1986). Soil water balance of intercropped maize and cowpea growing in a tropical hydromorphic soil in Western Nigeria. *Agron. J.* 78: 86-90.
9. MURTY, B.R.; TABORDA, F. and A. REINOSO (1984). Interdisciplinary approach to selection in local sorghum for adaptation and disease resistance. *International Atomic Energy Agency, Vienna. TEC DOC 305: 141-172.*
10. PEARSE, S.C. and R.N. EDMONSON (1982). Historical data as a guide to selecting systems for intercropping two species *Expl. Agric.* 18: 353-362.
11. RAMALHO, M.A.P.; A.F. SILVA and H. AIDAR (1984). Cultivares de milho e feijao em monocultivo e em dois sistemas de consorciacao. *Pesq. Agrop. Brasil. Brasilia* 19(7): 827-833.
12. RAO, M.R. and L.B. MORGADO (1984). A review of maize-beans and maize-cowpea intercrop system in the semiarid Northeast Brasil. *Pesq. Agrop. Bras. Brasilia* 19(2): 179-192.
13. ROY, N.N. and B.R. MURTY (1970). A selection procedure in wheat for stress environment. *Euphytica* 19: 509-521.
14. TABORDA, F. and B.R. MURTY (1985). Some aspects of tropical adaptation in sorghum. *Genetica agraria* 39: 121/130.
15. TRENBATH, B.R. (1974). Biomass productivity of mixtures. *Adv. Agron.* 26: 177-210.
16. ZAPATA, F.; G. HARDARSON and M. FRIED (1983). Effect of competition from corn as associated cereal crop on nitrogen fixation by a legume crop. *Agronomy Abstracts. Proc. 75th. Annual Meeting. Washington, D.C.* pp. 183.