

ESTABILIDAD DE ALGUNOS CARACTERES AGRONÓMICOS DE 18 VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) BAJO CONDICIONES DE SECANO.

Rubén Alfonso Caraballo y René Pérez Polanco

- 1- Instituto de Investigaciones del Arroz. Autopista Novia del Mediodía Km. 16 ½, Bauta, La Habana, Cuba. Teléfono (680) 3550 y 3260. Email: iiarroz@bauta.esihabana.cu
- 2- Estación Territorial de arroz Sur del Jíbaro. La Sierpe Sancti Spiritus. Cuba

RESUMEN

En experimentos realizados en las localidades de Jucarito, Sur del Jíbaro y Bauta; se estudiaron 18 genotipos de diferente procedencia y ciclo, durante tres años con el propósito de conocer la estabilidad varietal en condiciones de secano; se evaluó, el rendimiento agrícola, peso de 1000 granos, panículas/m², granos llenos por panículas, duración total del ciclo y largo de la raíz a los 50 días después de germinado, siguiendo un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones en parcelas 15m². Para los caracteres evaluados cuyos cuadrados medios de las interacciones resultaron significativos en los ANOVA realizados, se evaluó la estabilidad, por el método de la regresión lineal de Finlay y Wilkinson y Eberhart y Russel. Se encontró que el 72% de los genotipos fueron estables para el rendimiento. En el análisis por variedad la Perla de Cuba y ECIA 31-2005 de ciclo corto e IR1529-ECIA e IACuba 14 de ciclo medio conjugaron la estabilidad con el alto rendimiento para estas condiciones con valores medios de 3,1 a 3,4 t/ha; por lo que pueden sembrarse en condiciones de secano para localidades similares a las del experimento.

Palabras claves: estabilidad varietal, arroz, genotipos, interacción genotipo-ambiente.

STABILITY OF SOME AGRONOMICAL CHARACTERS IN 18 RICE VARIETIES (*Oryza sativa* Lin.) UNDER HIGHLAND RICE CONDITIONS.

ABSTRACT

In experiments conducted at Jucarito (Granma province), Sur del Jíbaro (Sancti Spiritus province) and Bauta locality (Havana province) were studied 18 rice genotypes under highland conditions. It were evaluated agricultural yield, 1000 grain weight, panicles number/m², filled grain number/panicle, length of the whole cycle and root length at 50 days after germination. We used a randomized block design with four repetitions. The plots size was 15 m². The stability was evaluated through the lineal regression method of Finlay and Wilkison and Eberhart and Russel. We found that the 72 % of the genotypes were stable for yield. In the analysis for each variety, the Perla de Cuba and ECIA 31-2005 early maturing varieties, IR 1529-ECIA and IACuba 14 medium maturing varieties ones conjugated the stability with high yield under these condition (3.1 – 3.4 t/ha), these varieties can be sown under highland condition at the localities similar to those mentioned above.

Key words: varietal stability, rice, genotypes, interaction genotype-environment, *Oryza sativa* Lin., Cuba

INTRODUCCIÓN

En el arroz al igual que en otros cultivos el mejorador aspira obtener variedades que expresen su máximo potencial de rendimiento en el mayor número de ambientes posible, con amplia adaptabilidad y estabilidad a los cambios ambientales, ya sea cultivando en condiciones de riego o secano.

En opinión de Coffman y Smith (1991), la agricultura de bajos insumos es la más conveniente, ya que es posible ajustar las variedades a los ambientes pero no modificar estos; de aquí la ventaja de emplear variedades nativas en los programas de mejora genética para estrés hídrico (Blum et al., 1991).

Estudios realizados por Simonds (1991), demostraron que la selección para bajos insumos, debe efectuarse en los propios ambientes, ya que el hacerla en ambientes favorecidos, no siempre resulta positiva en condiciones de estrés; no obstante el mejorador trata de seleccionar variedades atendiendo a una mayor estabilidad fenotípica (Vencovsky y Barriga 1992).

Hasta la fecha han sido muchos los trabajos realizados sobre el tema por diferentes autores y en gran diversidad de cultivos y condiciones ambientales, así como de métodos para el análisis. El presente trabajo tiene como objetivo, obtener información a partir de la existencia de interacción genotipo-ambiente, para definir la estabilidad varietal de 18 variedades de arroz cultivadas en condiciones de secano en tres localidades del país y duran tres años.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se desarrolló en áreas experimentales de tres localidades representativas de las siembras de arroz en el país, cuyas coordenadas geográficas según Academia de Ciencias de Cuba (1976), así como la Clasificación de los Suelos (Hernández et al, 1994) aparecen en la tabla 1. Se replicó en los años 1987, 1988 y 1989. Contó con 18 genotipos de arroz de diferente procedencia, los que aparecen en la tabla 1.

Tabla 1: Localidades, Coordenadas Geográficas, Tipos de Suelo y Variedades evaluadas.

Localidades	Longitud (*)	Latitud (*)	Elevación (m)	Tipo de suelo (**)
Est.Exp. de Arroz "Jucarito" (Rio Cauto, Prov.Granma)	20°39'7"	76x53'5"	11,8	Gley Nodular Ferruginoso Típico
Est. Exp. de Arroz "Sur del Jibaro" (La Sierpe, Prov. Sancti Spiritus)	21°41'3"	79x11'6"	30	Vertisol Pélico Glegico
Instituto de Inv. del Arroz (Bauta, Prov. Habana)	22°48'3"	82x32'3"	65	Gley Vértico Crómico- Nodular Ferruginoso

(*) Academia de Ciencias de Cuba, 1976 (**) Hernández et al., (1994)

No	Variedades	Ciclo	Procedencia
1	IR880-C9	Medio	IRRI
2	J104	Medio	Cuba
3	IR43	Medio	IRRI
4	ECIA24	Corto	Cuba
5	8021	Corto	Cuba
6	8017	Corto	Cuba
7	Selección 1529	Medio	IRRI
8	Perla de Cuba	Corto	Cuba
9	ECIA31-2005	Corto	Cuba
10	Amistad 82	Corto	Cuba
11	ECIA31-2006	Corto	Cuba
12	IR1529-ECIA	Medio	IRRI
13	UPLRi-5 (TR)	Medio	INDIA
14	IACUBA14	Medio	Cuba
15	IACUBA15	Medio	Cuba
16	ECIA31-6066	Medio	Cuba
17	8026	Medio	Cuba
18	IR10068-182	Medio	IRRI

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones, en parcelas de 3 x 5 metros para un área útil de 11 m² y las restantes de borde; la siembra se efectuó a chorrillo con una distancia de 15 cm entre surcos a una densidad de 120 kg/ha de semillas, entre el 15 y el 30 de mayo en todos los años y localidades, para el mejor aprovechamiento efectivo de las lluvias, el material inicial provenía de un conjunto de estudios realizados en condiciones de secano entre 1982-1986 en la localidad de Bauta.

Las atenciones culturales, excepto el agua que fue la proveniente de las lluvias, se efectuaron según el Instructivo Técnico del Arroz de aniego (MINAGRI, 1987), con la eliminación manual de las malezas como apoyo al control químico. En todos los casos para lograr la uniformidad de la población inicial se efectuó un riego de germinación.

Las mediciones, conteos y cálculos realizados en el experimento para cada año y localidad aparecen a continuación:

- Rendimiento agrícola en t/ha calculado a partir de los 11 m² centrales de cada parcela.
- Peso de 1000 granos (g) en 4 muestras de 200 granos c/u en el m².
- Número de panículas fértiles por metro cuadrado, por cada parcela.
- Número de granos llenos por panícula, calculado a partir del m² y peso de los granos .
- Duración del ciclo en días, de germinación a maduración de los granos.
- Longitud de la raíz en cm a los 50 días DDG (en 5 plantones/ variedad en cada parcela)

Análisis estadístico

Determinación de la estabilidad y/o adaptabilidad varietal.

Para los caracteres evaluados cuyos Cuadrados Medios de las Interacciones resultaron significativos en los ANOVA realizados, se evaluaron los siguientes métodos de estabilidad: Modelo de Regresión Lineal (Finlay y Wilkinson, 1963 y Eberhart y Russell, 1966):

A partir de los índices ambientales I_j ($J = 1, \dots, 9$) y para cada uno de los 18 genotipos se calcularon las regresiones lineales según el modelo:

$$Y_{ij} = f_i + b_i I_j + k_{ij}$$

donde:

f_i : es el valor medio de la i -ésima variedad en todos los ambientes:

b_i : es el coeficiente de regresión lineal del i -ésimo genotipo en todos los ambientes

I_j : es la media del i -ésimo ambiente

k_{ij} : es la desviación de la regresión lineal de la i -ésima variedad en el i -ésimo ambiente.

El primer parámetro de estabilidad se estimó de la forma usual a partir del coeficiente de regresión lineal: docimándose según $H_0: b_i = 1$. Los E.S. b_i se calcularon según Snedecor y Cochran, (1971).

El segundo parámetro de estabilidad se calculó para cada genotipo como:

$K_2 \text{ ij/n-2}$ (desviación de la linealidad) docimándose cada valor según Eberhart y Russell, (1966)

Para la interpretación de la estabilidad de las variedades en los diferentes años y localidades en condiciones de secano se empleó el método de Blum (1988), a partir de los modelos matemáticos antes descritos y que se explican en términos de estabilidad horizontal, para aquellos genotipos cuyo valor de regresión $b = 1$ y el rendimiento es superior a la media general y la desviación de la linealidad es igual a cero y estabilidad vertical para los genotipos con $b < 1$ significativamente, adaptándose a ambientes específicos de estrés más prolongado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede apreciar en la tabla 2, al interpretar los resultados del análisis de la regresión lineal y desviación de la linealidad para el rendimiento agrícola el 72 % de los genotipos estudiados, con independencia de los valores medios fueron estables y adaptados a los diferentes ambientes, ya que los coeficientes de regresión no difieren de la unidad con valores de cero en la desviación de la linealidad, requisitos estos establecidos por Finlay y Wilkinson (1963) y Eberhart y Russell (1966), para definir la estabilidad y/o adaptabilidad de un genotipo dado.

Tabla 2. Análisis de la estabilidad según Finlay y Wilkinson (1963) y Eberhart y Russell (1966).

No	Rendimiento agrícola (t/ha)				Peso de 1000 granos (g)			
	bi	ESbi	Ss ² /n-2	Y1	bi	ESbi	Ss ² /n-2	Y1
1	0,903	0,235	0,130	2,50	1,621	0,340	0,123	24,6
2	1,919**	0,343	0,349	2,49	1,754**	0,350	0,710	27,5
3	1,431	0,315	0,220	2,83	0,513**	0,199	0,027	24,1
4	1,135	0,293	0,160	2,30	0,208**	0,362	0,260	24,3
5	0,472**	0,100	0,020	2,69	0,690	0,241	0,062	24,2
6	0,592*	0,168	0,008	2,71	1,300	0,618	0,410	26,7
7	0,706	0,310	0,285	2,76	0,148**	0,261	0,450	25,2
8	1,153	0,366	0,150	3,25	0,993	0,386	0,159	26,1
9	1,195	0,391	0,440	3,08	1,187	0,330	0,117	25,1
10	1,002	0,304	0,220	3,21	1,197	0,441	0,208	24
11	1,264	0,175	0,090	3,25	0,207*	0,352	0,320	25,8
12	1,110	0,350	0,190	3,29	1,097	0,585	0,367	25,5
13	1,106	0,347	0,359	3,35	0,931	0,737	0,449	25
14	0,750	0,189	0,106	3,26	0,928	0,338	0,122	25,1
15	1,763**	0,349	0,363	2,43	1,902**	0,251	0,067	24,6
16	0,767	0,333	0,290	3,49	0,513**	0,171	0,153	25,7
17	0,663	0,539	0,860	2,91	0,991	0,386	0,154	24,3
18	0,613*	0,337	0,320	2,74	1,897**	0,320	0,616	24,9
Y2	2.85				25.07			

Y1: Media general de cada genotipo en todos los ambientes.

Y2: Media general de todos los experimentos.

* - (bi): Difiere significativamente de 1 ($P \leq 0,05$). ** - (bi): Difiere significativamente de 1 ($P \leq 0,01$).

bi: Regresión lineal ES(b): Error standard de la regresión lineal Ss²/n-2: Desviación de la linealidad.

Estos resultados se asemejan a los informados por Mamad Akram et al. (1999), Won Jong Gun et al. (1999), quienes encontraron conjugación de la estabilidad para el rendimiento en el 76 y 42% de los genotipos evaluados para ambientes contrastantes y Ajmer Singh et al. (1997) encontró estabilidad para el rendimiento y sus componentes.

En el análisis por genotipo se encontró que la variedad Perla de Cuba (8), ECIA 31-2005 (9) y la Amistad 82 (10) de ciclo corto e IR 1529-ECIA (12) e IACuba 14 (14) de ciclo medio conjugaron la estabilidad con los más altos rendimientos en estas condiciones, cuyos valores oscilaron entre 3,1-3,4 t/ha, superando a la media en 16%.

La ECIA 31-6066 (16) y UPLRi-5 (13) mostraron igual respuesta excepto para el peso de 1000 granos en la primera y ciclo en la segunda, cuyos valores de regresión difieren significativamente de la unidad por debajo de esta, por lo que son inestables para estos caracteres, en los ambientes evaluados. No obstante, alcanzaron alto potencial de rendimiento y son estables superando a la media en 16,8%; por lo que pueden considerarse todas ellas, variedades de adaptabilidad general y estabilidad horizontal para condiciones de sequía, según la clasificación de Blum (1988).

En trabajos realizados por el IRRI (1990), con un grupo de variedades semienanas en condiciones de secano y moderados insumos, por Rao et al (1996), con variedades altas de ciclo corto y Mahapatra K.C et al. (1999) para variedades de ciclo corto y medio; informan que lograron conjugar el alto rendimiento con la estabilidad; aunque en estas condiciones es muy difícil de obtener debido a que la selección para el rendimiento y sus componentes son de baja heredabilidad (Arrandea 1989).

Fueron identificadas además, por su estabilidad para todos los ambientes y rendimiento agrícola inferior a la media los genotipos ECIA 31-2006 (11) y ECIA 24 (4) los cuales presentaron muy poca variación entre localidades y años, frecuentemente encontrado en estudios de variedades en condiciones de estrés hídrico.

Los genotipos J-104 (2) e IACuba15 (15) de ciclo medio presentaron un coeficiente de regresión significativamente superior a la unidad, para el rendimiento agrícola y peso de 1000 granos, además del ciclo en la J104 (Tablas 2 y 4) por lo que son inestables en este ecosistema, adaptándose a ambientes favorables; alcanzando rendimiento agrícola inferior a la media general del experimento.

Esta respuesta confirma lo reportado por Alfonso et al (1984) y Alfonso et al (1990), para estas variedades, ya que conjugaron la estabilidad con el alto rendimiento, cuando se desarrollaron en condiciones de aniego. De los resultados se infiere que ambos genotipos fueron susceptibles al estrés hídrico del suelo y demás caracteres edafoclimáticos modificados por el ambiente.

Sustenta además lo informado por Smith y Barder (1990), Simonds (1991), Kandhola et al. (1999) y Smitra Mishra et al. (1998), que la selección para bajos insumos de agua, debe efectuarse en los propios ambientes, ya que la selección en ambientes favorables, no es positiva para condiciones de estrés. Ceccarelli et al, (1992), reportan que los alelos cuya respuesta es positiva en estrés hídrico, no son los mismos para alto rendimiento; no obstante los mejoradores trabajan para adaptabilidad general y estabilidad en diferentes ambientes (Vencovsky y Barrga, 1992).

Los genotipos 8021 (5), 8017 (6) e IR 10068-18-2 fueron inestables con valores de regresión significativamente inferiores a uno, por lo que se clasifican como variedades de adaptabilidad específica para ambientes desfavorables y de estabilidad vertical, con rendimiento muy cercano a la media general del experimento, pudiendo ser empleados para condiciones severas de secano.

Al respecto Blum (1993), expone que las variedades adaptadas a ambientes desfavorables generalmente no se adaptan a los favorables; por ello el problema más difícil del mejoramiento genético es la estabilidad del rendimiento para condiciones severas de estrés hídrico (Sano, 1997).

Para los caracteres panículas/m² y granos llenos/ panícula, el 89% de los genotipos evaluados resultaron estables y adaptados a los ambientes donde se estudiaron tal y como se aprecia en la tabla 3; mientras que para la duración total del ciclo fueron estables el 72% y el 78 para el largo de la raíz (tabla 4), caracteres estos de gran importancia, pues se reportan por Alfonso (1998) como indicadores del estrés hídrico y de alta heredabilidad.

Los resultados alcanzados en la estabilidad de las variedades de ciclo corto Perla de Cuba, ECIA 31-2005 y Amistad 82 confirman la hipótesis expuesta por Alfonso (1998), pues alcanzaron las menores pérdidas relativas del rendimiento respecto al tratamiento de aniego. La respuesta de la variedad de ciclo medio J104 reafirma que se adapta a ambientes favorables donde alcanza un rendimiento superior a las restantes en aniego, no así para condiciones de secano.

Se puede resumir que dada la respuesta positiva en ambos experimentos de los genotipos de ciclo corto en condiciones de secano y el alto rendimiento alcanzado en riego con la J104 deben ser cruzadas entre sí, para incorporar genes de tolerancia a la sequía a sus descendientes y obtener nuevos genotipos que conjuguen ambos factores.

Las líneas 8017, 8021 e IR 100068-18-2 produjeron un rendimiento agrícola similar a la media (2,69- 2,74 t/ha), caracterizadas por su adaptabilidad a condiciones desfavorables de estrés hídrico, con muy poca variación entre localidades y año, son las más recomendables para condiciones severas de estrés.

Tabla 3. Análisis de la estabilidad según Finlay y Wilkinson (1963) y Eberthart y Russell (1966).

No	Rendimiento agrícola (t/ha)				Peso de 1000 granos (g)			
	bi	ESbi	Ss ² /n-2	Y1	bi	ESbi	Ss ² /n-2	Y1
1	1.057	0.151	2099.33	243.4	0.971	0.227	23.53	39.6
2	1.041	0.162	2397.16	214.2	0.905	0.215	34.92	38.8
3	1.063	0.161	930.46	257.1	0.849	0.185	31.17	22.7
4	0.872	0.125	1430.89	236.6	1.130	0.206	23.13	41.9
5	0.776*	0.077	549.31	257.6	0.802	0.204	28.71	41.3
6	0.726*	0.098	3082.90	255.7	0.714*	0.302	28.06	39.5
7	1.012	0.139	1702.90	236.1	1.201	0.175	16.78	43.6
8	1.039	0.137	1707.83	277.8	0.971	0.218	20.74	47.6
9	1.037	0.127	1406.94	270.2	0.870	0.276	20.88	43.7
10	1.105	0.118	1285.89	221.0	1.125	1.378	51.54	40.9
11	0.916	0.114	1187.09	228.0	1.250	0.223	96.0	43.2
12	1.191	0.131	1573.30	261.0	1.117	0.213	33.76	46.6
13	1.131	0.130	1043.40	280.0	1.097	0.226	30.57	47.4
14	1.102	0.125	1438.47	282.0	1.036	0.226	10.75	47.6
15	1.062	0.134	2438.27	221.0	1.081	0.325	29.89	40.3
16	1.032	0.160	2834.07	284.0	1.140	0.325	71.90	48.8
17	0.843	0.202	3717.71	289.0	1.031	0.327	92.16	40.4
18	0.891	0.067	412.18	230.0	0.892	0.333	74.91	42.4
Y2	251.4				42.0			

Y1: Media general de cada genotipo en todos los ambientes.

Y2: Media general de todos los experimentos.

* - (bi): Difiere significativamente de 1 ($P \leq 0,05$). ** - (bi): Difiere significativamente de 1 ($P \leq 0,01$).

bi: Regresión lineal ES(b): Error standard de la regresión lineal Ss²/n-2: Desviación de la linealidad.

Tabla 4. Análisis de la estabilidad según Finlay y Wilkinson (1963) y Eberthart y Russell (1966).

No	Rendimiento agrícola (t/ha)				Peso de 1000 granos (g)			
	bi	ESbi	Ss ² /n-2	Y1	bi	ESbi	Ss ² /n-2	Y1
1	1.005	0.687	9.940	134	0.67*	0.208	0.170	27.7
2	1.806*	0.171	16.927	146	1.05	0.137	0.783	29.4
3	1.048	0.127	4.322	133	1.11	0.115	0.031	29.3
4	0.617*	0.162	2.797	127	0.131	0.131	0.150	29.1
5	0.598*	0.174	21.497	126	0.87	0.215	0.067	29.1
6	1.095	0.250	16.706	136	0.66*	0.269	0.312	28.6
7	0.122**	0.128	4.381	135	1.14	0.238	0.283	28.7
8	0.892	0.141	5.356	126	1.08	0.141	0.158	30.7
9	0.796	0.185	9.156	123	0.94	0.199	0.120	29.7
10	0.938	0.216	12.443	124	1.88*	0.081	0.510	29.5
11	0.697	0.181	8.732	123	0.89	0.131	0.163	27.5
12	0.995	0.240	15.355	134	1.17	0.107	0.312	30.8
13	0.656*	0.224	15.450	133	1.10	0.290	0.410	31.0
14	0.990	0.181	7.044	140	1.05	0.277	0.121	31.5
15	0.848	0.151	6.081	137	0.67*	0.349	0.084	30.2
16	0.900	0.172	7.909	133	0.93	0.096	0.103	30.2
17	0.784	0.142	3.394	131	0.88	0.198	0.098	29.3
18	0.726	0.151	6.098	133	0.90	0.182	0.063	28.7
Y2	132.0				27.9			

Y1: Media general de cada genotipo en todos los ambientes.

Y2: Media general de todos los experimentos.

* - (bi): Difiere significativamente de 1 ($P \leq 0,05$). ** - (bi): Difiere significativamente de 1 ($P \leq 0,01$).

bi: Regresión lineal ES(b): Error standard de la regresión lineal Ss²/n-2: Desviación de la linealidad.

CONCLUSIONES

- Según el análisis de estabilidad se encontró que las variedades Perla de Cuba, ECIA 31-2005, IACuba I4, IR I529-ECIA, ECIA 31-6066 y UPL Ri-5 resultaron de adaptabilidad general y estabilidad horizontal pues conjugaron el alto rendimiento con la estabilidad, lo que permite su siembra en condiciones de secano y localidades similares a las empleadas en el experimento.
- Los genotipos J104 e IACuba 15 fueron inestables en este ecosistema adaptándose a ambientes favorables, con rendimientos inferiores a la media.
- Las variedades 8021, 8017 e IR1068-18-2 pueden considerarse de adaptabilidad específica a ambientes desfavorables y de estabilidad vertical para ambientes específicos con rendimientos muy cercanos a la media general del experimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1- Alfonso R.; J. E. Deus y F. Martí. Estabilidad en el rendimiento y el ciclo de cinco cultivares de arroz (*Oryza sativa*) Agrotecnia de Cuba 18 (1): 7-11 1984.
- 2- Alfonso R.; J. E. Deus; E. Suárez y T. Duaro. Estabilidad para el rendimiento y ciclo en 11 cultivares de arroz (*Oryza sativa*) y Repetibilidad de la estabilidad de estos caracteres. Agrotécnia de Cuba 22(1): 7-12 1990.
- 3- Alfonso R. Determinación de parámetros genético - fisiológicos indicadores del estrés hídrico para su empleo en el mejoramiento genético del arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. 91 p 1998
- 4- Ajmer Singh; Chabra B.S; Sabbarwal. P.S; Singh .A. Stability analysis for yield and its components in rice (*Oryza sativa*). Indian Journal of Agricultural Research 1997 31:3, 149-155.
- 5- Arrandean M. A. Breeding strategies for drought resistance. p. 107-116. In Drought Resistance in Cereals Edited by F. W. G. Baker. Published for ICSU press by C. A. B. International 221 p 1989.
- 6- Blum, A. Plant Breeding and Yield Stability. Pág. 15-43. in Plant Breeding for Stress Environments. 317 p 1988.
- 7- Blum A. Selection sustained production in water deficit environment. A. Blum. In: International Crop. Science Society of America p: 343-347 1993.
- 8- Ceccarelli S; S. Grande and I. Hamblin. Relationship between barley grain yield measured in low and high yielding environments. Euphytica. 64: 49-58 1992.
- 9- Eberhart S. A. and W. A. Russell. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci. 6: 36-40 1966.
- 10- Finlay K. W. and Wilkinson. The analysis of adaptability in plants breeding programs. Aust. J. Agric. Res. 14: 742-754, 1963.
- 11- Hernández, A; J. M. Pérez Jiménez; D. Boch; L. Rivero Nueva versión de clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Inst. de Suelos, MINAG. 66 p 1994.
- 12- International Rice Research Institute. Research Programs upland rice ecosystem. p. 93-118: In Program Report for 1989. Los Baños Laguna Philippines 1990.
- 13- Kandhola et al 1999
- 14- Mahapatra K.C.; Sujata Das; Das, S. Stability of yield in relation to components traits in rice. Orissa India Oryza 1999. 36:4, 301-305.
- 15- Mamad Akram; Ali. S.S; Abassi. F.M; Akram. M. Genotype environment interaction and stability parameters for paddy yield. Pakistan journal of Scientific and Industrial research 1999, 42:5 279-281.
- 16- Rao S. S; A. Bhatnagar; R. Verma; T. D. Pandey and K. L. Nandeha. Stability analysis of 13 early-duration upland rice genotypes in Bastar Plateau Zone, Madhya Pradesh, India IRRN 20(1): 24-25 1996.
- 17- Simonds H.H. Selection for local adaptation in a plant breeding program. Theory. Apply. Genet. 82. 363-367 1991
- 18- Smith M.E and T.C. Barder. Environmental effects on selection under high and low input conditions. In Genotype and environment interaction and plant breeding. Department of Agronomy. Louisiana Agric. Exp. St. Balan. Rouge USA p.261-273 1990.
- 19- Smitra Mishra et al 1998
- 20- Vencovsky R. y P. Barrigas. Genética biométrica no fitomelhoramento rilurao pretor. Revista Brasileira de Genética 426 p, 1992.

- 21- Won Jong Gun; Yoshida. T; Uchimuro: Y; Won. J.G Genotype environment interaction of selected rice lines in direct water seeded culture. Plant production Science 1999, 2:4, 252-257