

Ante estas limitantes, sería de gran importancia desarrollar investigaciones que permitan obtener dos cosechas de maíz en la misma superficie, haciendo un mejor aprovechamiento del período lluvioso, con el inconveniente de que la repetición del cultivo de maíz, sin que medie una leguminosa, no responde a los principios de la rotación de cultivos (Pohlan, 1995), de hecho cumplir con esos principios técnicos para esta realidad, es imposible, por tanto, sería necesario, al menos, evaluarlo en policultivo con una leguminosa en la primera siembra, para lo cual es imprescindible contar con variedades cuyos ciclos sean inferiores a 100 días.

Por otra parte, se pudo constatar que los arreglos espaciales no proporcionan alta densidad de población (menos de 40 000 plantas por hectárea), las que limitan los rendimientos y favorecen la proliferación de arvenses precedentes al período crítico de competencia. Este análisis tiene coincidencia con lo que han planteado Melo-e-Abreu *et al.* (2006), Sans y Santana (2007), José y Guadagnin (2009), quienes atribuyen mayores rendimientos para los agricultores que utilizan densidades de siembra superiores a las 60 000 plantas por hectárea.

Teniendo en cuenta que en los tres niveles de desarrollo agrario, el NDAI es el más representativo, con el 97 % de los productores del municipio de Huambo, se decidió profundizar en el conocimiento sobre sus características, su rol sociocultural y medioambiental en la localidad.

4.1.4. Diagnóstico específico.

4.1.4.1. Nivel de Desarrollo Agrario de los agricultores de menores ingresos en Huambo.

Basado en el criterio de que no hay sistemas agrarios iguales, tampoco existen dos agricultores cuyas circunstancias sean idénticas (Sarandón, 2010), sería un error considerar a los sistemas campesinos como un conjunto homogéneo, proponiéndoles paquetes tecnológicos uniformes. En este sentido, es conveniente buscar y concebir soluciones apropiadas a las condiciones de cada una de las categorías de los agricultores (Sepúlveda *et al.*, 2002; Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005).

Como consecuencia del largo período de conflicto armado vivido por los angolanos, existe desproporcionalidad en la población rural en cuanto a la composición de la familia (alta natalidad y escasa fuerza laboral), lo que influye en su nivel de desarrollo económico. Para mostrar las diferencias entre los sistemas agrarios, en la Tabla 14 se presentan los valores descriptivos de los indicadores cuantitativos evaluados, considerados como básicas para el desarrollo futuro de las comunidades rurales.

Tabla 14. Valores descriptivos de los indicadores cuantitativos evaluados.

Indicadores	Media	DE*	Componentes Principales (CP)			
			1	2	3	4
Edad del propietario de la finca	44,9	11,3	.24	.07	.00	.74
Número de personas que viven en la casa	5,6	1,0	.03	.08	.91	.13
Número de niños	3,1	1,1	.47	.00	.69	-.07
Número de niños con edad escolar	2,3	0,6	.94	.01	.16	.03
Número de niños que van a la escuela	2,3	0,6	.94	.00	.13	.02
Número de personas que saben leer y escribir	1,1	0,3	.24	.07	.00	.01
Número de habitaciones en la casa	4,9	1,0	.03	.08	.02	.59
Rendimientos de maíz en kg ha ⁻¹	199,4	207,5	.47	.97	.03	-30
Producción de maíz (kg) comercializable	44,1	132,0	.04	.97	.16	.01
Valor propio			2,53	1,89	1,19	1,00
% Varianza explicada			28,07	20,97	13,24	11,14
% Varianza acumulada			28,07	49,04	62,28	73,42

*DE- desviación estándar

Los cuatro Componentes Principales (CP) encontrados explican el 73 % de la variabilidad total, haciendo uso del criterio del valor propio, mayor o igual a la unidad; el CP₁ refleja la importancia de los niños en edad escolar y su asistencia a clases, con la varianza que explica el 28 %. El CP₂ representa la producción obtenida por hectárea y la cantidad que logran vender; ellos revelaron el 21 % de la varianza; el CP₃ indica el número total de personas por familia y de ellos los niños aportan el 13 %, mientras el CP₄ expresa la edad de los propietarios con el 11 %.

El análisis de los CP está estrechamente relacionado con el comportamiento de las fincas, verificado en Medición de Impacto (MEMI) que se expresan en las Figuras 2, 3, 4, 5.

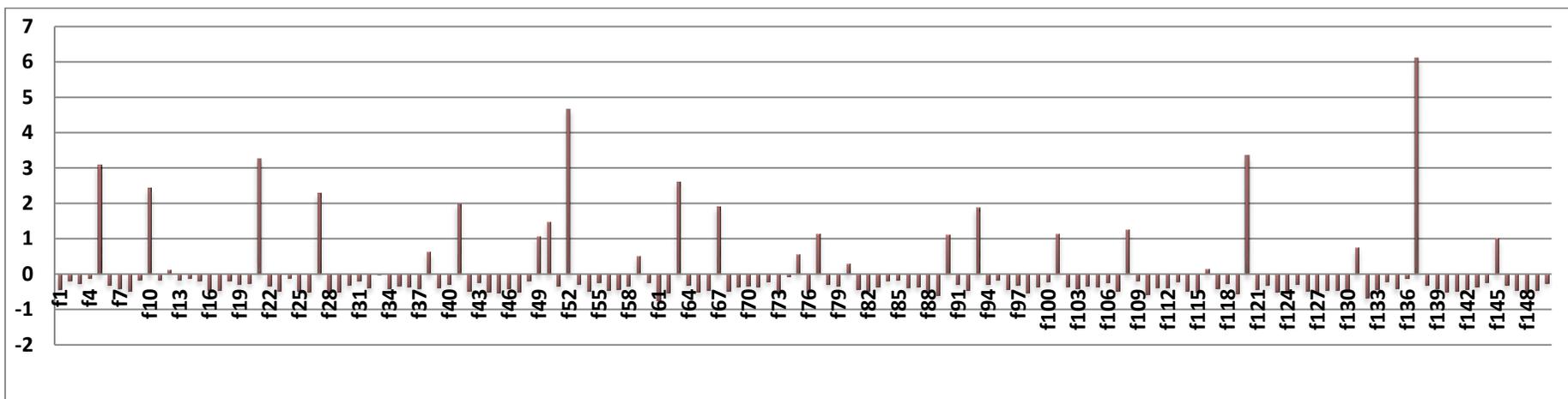


Figura 2. (CP₁) Impacto del componente educación con edad escolar y que frecuentan la escuela

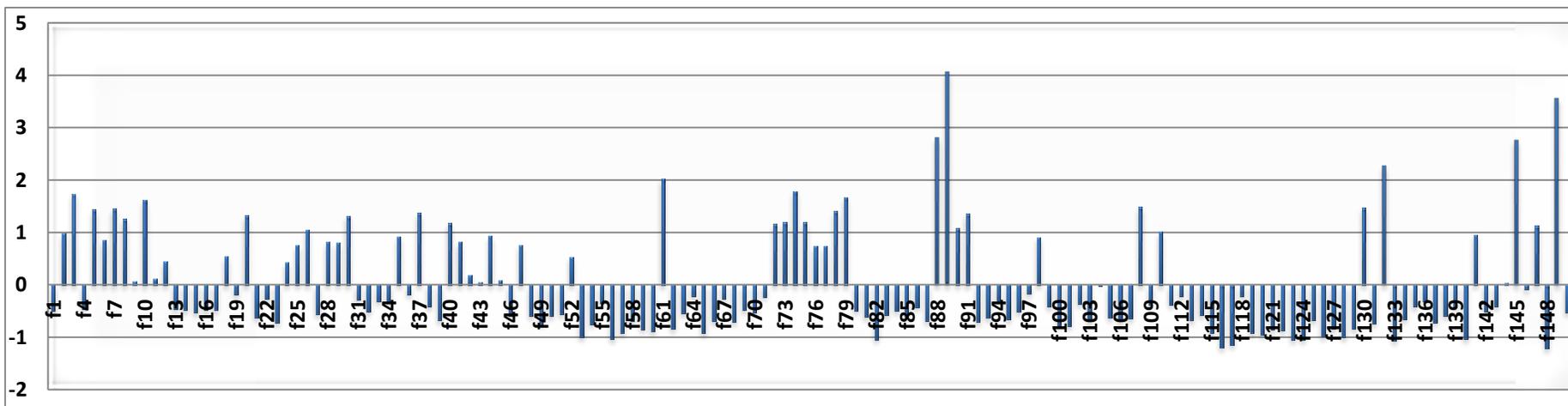


Figura 3. (CP₂) Medición de impacto de la producción de maíz *versus* cantidad de producto vendido.

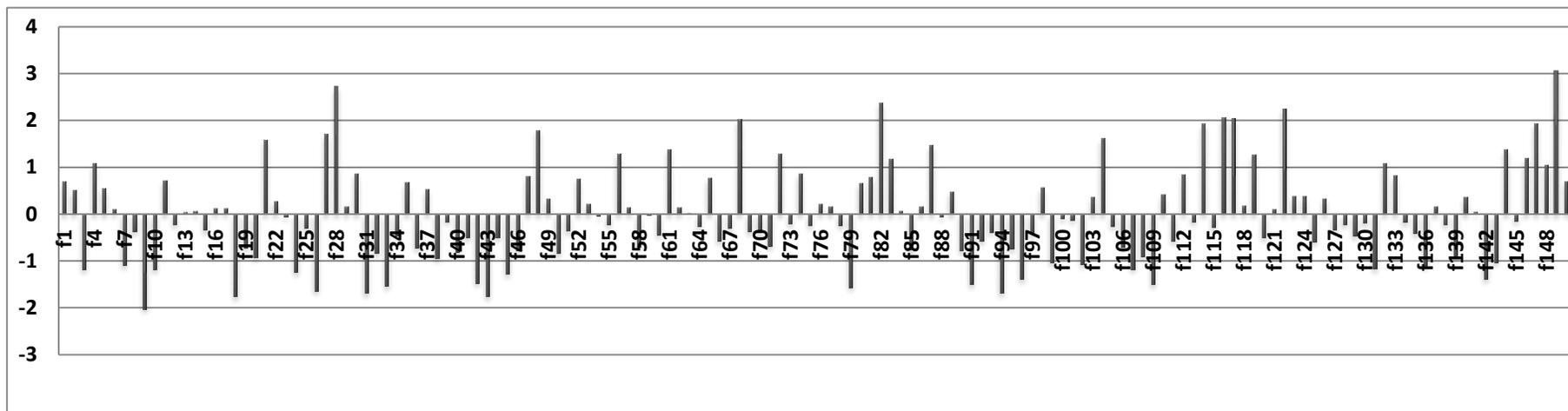
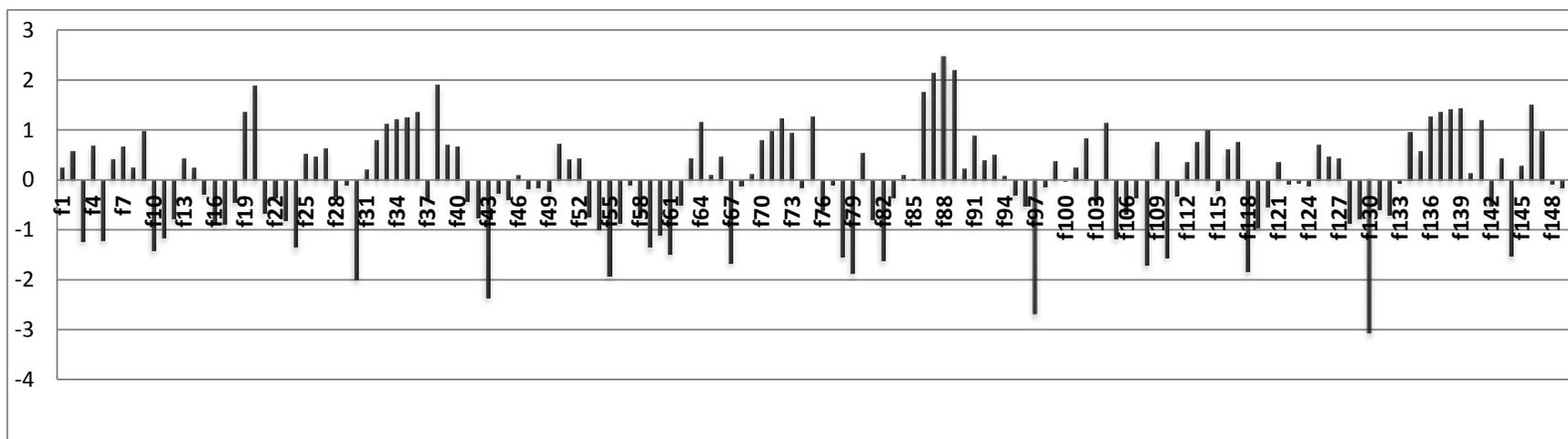


Figura 4. Medición del impacto del componente habitantes en la finca y número de niños (CP₃).



f – fincas evaluadas; f(n): representa el número de fincas evaluadas para un total de 150.

Figura 5. Medición de Impacto del componente Edad del propietario de la finca (CP₄).

Un indicador importante es el relativo a los rendimientos de maíz por hectárea, los cuales son, en general, muy bajos, a pesar de ser este cultivo básico en la alimentación de la región y principal renglón económico de los actores, quienes comercializan el 22 % de la producción. Los impactos positivos de 23 fincas (15 % del total), con mayores rendimientos y, por tanto, mejores niveles de comercialización, son reflejados en la Figura 3, este resultado indica la posibilidad de poder transformar positivamente el agroecosistema cuando los productores reciben información actualizada, que según Leyva (2014), un 25 % de ellos tienen esta capacidad en una localidad para las condiciones de San José de Las Lajas, en la provincia de Mayabeque, Cuba, lo que les permite elevar sus niveles productivos por encima de la mayoría e influir en los demás agricultores.

El 85 % de las fincas solo producen para la subsistencia sin respaldo para la venta, por ausencia de incentivos por los bajos precios de los productos agrícolas, según aseguran Pinto (2006) y Canga (2007). Respecto a este indicador, Melo-e-Abreu *et al.* (2006) han expuesto acerca de las potencialidades que tiene esta región para alcanzar rendimientos superiores a los que se han logrado en otras localidades, de acuerdo a la literatura consultada.

Kú *et al.* (2013) afirman que dos toneladas por hectárea, se consideran bajos rendimientos, mientras CEIC/UCAN (2010) reportan resultados superiores a los anteriores en semejantes condiciones agroecológicas. Sobre este indicador es necesario continuar con las investigaciones que propicien rendimientos cercanos a las potencialidades de cada variedad.

Se fortalece la familia con un 50 % de niños, aunque solo el 60 % de las fincas con niños en edad escolar, asisten a las aulas. Un tercio de las 150 fincas presentaron impactos positivos en este componente (Figura 2). Las demás fincas (100) cuyos niños no van a la escuela, dedican la mayor parte de su tiempo apoyando las actividades agropecuarias y por tanto, pierden el vínculo con el sistema educacional, elevándose los niveles de analfabetismo. En este sentido, Weir y Knight (2004) y Pinda (2005) han señalado que la educación desempeña un papel muy importante

en la adopción y difusión de innovaciones agrícolas y que los campesinos y sus descendientes requieren capacitación para enfrentar los nuevos desafíos tecnológicos.

El CP número de habitantes que conforman la familia, muestra impactos positivos para un 45 % del total (Figura 4), donde los niños representan el mayor número, aspecto muy relevante, pues más del 65 % de la población son niños y constituyen el futuro de la nación angolana (Vaz Pereira y Pompa, 2007), considerando que la tasa de natalidad es de 6,0 hijos por mujer, una de las mayores del mundo (INE, 2014), lo que provoca un apreciable aumento poblacional, con consecuencias económicas-ambientales que merecen atención, según ha señalado Sanjuán *et al.* (2010).

La Figura 5 expresa la relativa fortaleza existente en el indicador edad de los propietarios, al reflejarse una mezcla entre los crecientes propietarios jóvenes, con la experiencia de los de mayor edad. Los impactos positivos favorables a los responsables con más de 40 años, indica que la experiencia de las prácticas agrícolas ancestrales de aceptación, puedan ser conservadas por las nuevas generaciones, lo que ofrece garantía a la continuidad en el proceso de aprendizaje y conservación de las técnicas ancestrales de alto valor práctico.

4.1.4.2. Análisis del Dendrograma según las variables cuantitativas.

El dendrograma constituye una herramienta para el agrupamiento de las fincas según sus similitudes (Figura 6). El corte que indujo la detención del proceso de fusión de los distintos grupos se realizó a una distancia de 7,5 % (valor reescalado), según el método de aglomeración de Ward y la medida de intervalo de distancia euclidiana al cuadrado. En esta figura se puede ver cómo se distribuyen las fincas en distintos grupos, teniendo en cuenta sus características.

Se pudo diferenciar cinco grupos con las siguientes características: el de mayor número de fincas (Grupo I) mostró valores de rendimientos bajos, este presenta similitudes con el de menor número de fincas (Grupo III) en este indicador, cuyas diferencias entre ellos están marcadas por la edad de los propietarios que al parecer influyen en el uso racional del suelo por la insuficiente experiencia de los de menor edad.

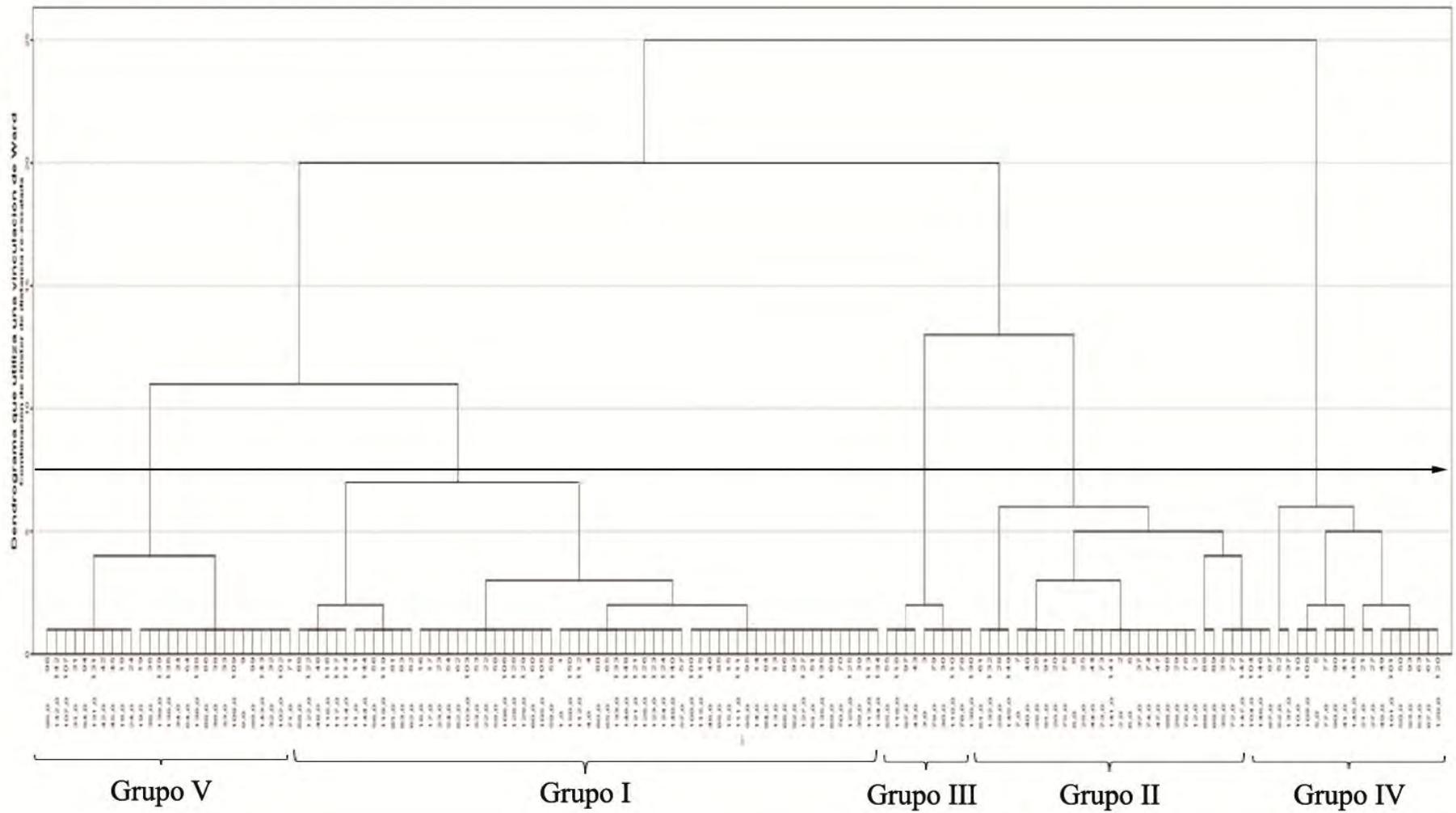


Figura 6. Dendrograma según indicadores cuantitativos de las 150 fincas evaluadas en el NDAI.

El grupo IV, que proporcionó mejores rendimientos, es el que representa las aspiraciones de los decisores para garantizar la producción y comercialización de los productos, lo que favorece la elevación del nivel de vida de las familias. Los grupos II y V se diferenciaron del IV en que poseen mayor número de personas por familia y, por tanto, la distribución de la producción es menor (Tabla 15).

Estos resultados indican, que existe una marcada diferencia entre los grupos, que hay que tener en cuenta al hacer recomendaciones, aun cuando se trata de un mismo nivel de desarrollo, tal y como ha señalado Sarandón (2010). En general los grupos mostraron escasa diversidad con bajos rendimientos, lo que concuerda con Ramírez (2010a); Assa (2012); La O (2013); Kú *et al.* (2013); Diaz (2014). Su diversificación en espacio y tiempo será la garantía para alcanzar mejor balance alimentario en el futuro (Valerio, 2009; Martínez-Melo *et al.*, 2013; Parsons *et al.*, 2013).

Tabla 15. Tipificación de los grupos según indicadores cuantitativos

Grupos	G-I		G-II		G-III		G-IV		G-V	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Número de Fincas	63		32		10		18		27	
Edad de los líderes	40.746	9.3446	52.063	12.5053	37.100	7.6077	44.889	7.9623	49.259	11.1583
Personas en la finca	5.873	.8326	6.031	1.1496	5.200	1.0328	5.778	.8085	4.630	.7415
Número de niños	2.952	1.0384	4.000	1.1072	3.300	1.0593	3.167	.9852	2.333	.4804
Niños en edad escolar	2.000	0.0000	3.094	.6891	2.600	.5164	2.500	.6183	2.000	0.0000
Niños que van a la escuela	2.000	0.0000	3.094	.6891	2.600	.5164	2.500	.6183	2.000	.2669
Saben leer y escribir	1.032	.1767	1.094	.2961	1.900	.3162	1.222	.4278	1.074	.2669
Habitaciones en la casa	4.476	1.0755	5.250	.9837	4.600	.8433	5.222	.8085	5.444	.8006
Rendimientos (t ha ⁻¹)	139.603	72.9079	135.625	50.6848	98.500	2.4152	661.667	278.8263	143.519	106.7241
Cantidad vendida (kg)	0.000	0.0000	4.688	26.5165	0.000	0.0000	348.333	197.0145	7.407	26.6880

DE- desviación estándar, Nivel de significancia de $P < 0,005$; los valores en negro representa las diferencias relevantes entre los grupos.

Los grupos II, IV y V presentaron los mayores valores numéricos de diversidad animal y vegetal, así como de rendimientos, estos están basados en la agricultura de altos insumos, mientras que los grupos I y III basan sus producciones en la agricultura tradicional con insumos químicos reducidos y, como consecuencia, sus rendimientos son bajos.

Por estas razones, resulta imperioso capacitar a los agricultores bajo los preceptos de la agricultura ecológica en busca del nexo entre ambas formas de producción hacia una agricultura más sostenible, lo que coincide con Ramírez (2010b) al informar que el diálogo con los agricultores debe ser la base para transmitir los nuevos adelantos de la ciencia y la técnica, con el objetivo de incrementar la integración del sistema productivo.

4.1.4.3. Análisis de las variables cualitativas.

Dentro de las variables cualitativas resalta la ausencia de la equidad de género, que merece especial atención por el rol social que juega la mujer angolana en la vida rural. Para las condiciones de Huambo, el 40,7 % de las mujeres son jefes de familias (viudas) y sobre ellas recae todo el trabajo y la responsabilidad familiar.

En relación a la ayuda que reciben del colectivo familiar en la conducción del agroecosistema, se pudo constatar que el 70 % recibe esa ayuda; sin embargo, muchos de ellos involucran parte de los niños en edad escolar, lo que constituye una debilidad de este indicador (Tabla 16).

La producción animal presentó gran variabilidad. Algunos agricultores mostraron conciencia sobre la importancia de este rubro como fuente alimenticia y para la comercialización; sin embargo, actualmente, su producción es inconstante y selectiva, dadas las diferencias existentes entre los actores para aprovechar oportunidades. Observaciones similares han sido descritas por Chivangulula *et al.* (2013) en el municipio de Caála, Angola.

Desafortunadamente, la falta de información entre los actores acerca de la importancia de la carne y la leche en su dieta, es un factor que limita su producción, consumo y comercialización a niveles

Tabla 16. Análisis de las variables cualitativas. Aspectos Agropecuarios

Variables Cualitativas		Grupos					Total	Sig. Asintótica
		I	II	III	IV	V		
Jefe de familia	Hombres (%)	29,3	9,3	5,3	7,3	8,0	59,3	0,35
	Mujeres (%)	12,7	12	1,3	4,7	10	40,7	
Tiene apoyo de la familia en la finca	Si	50	19	9	13	14	105	.032
	%	33.3	12.7	6.0	8.7	9.3	70.0	
	No	13	13	1	5	13	45	
	%	8.7	8.7	.7	3.3	8.7	30.0	
Tiene animales	Si	33	17	7	12	17	86	.643
	%	22.0	11.3	4.7	8.0	11.3	57.3	
	No	30	15	3	6	10	64	
	%	20.0	10.0	2.0	4.0	6.7	42.7	
Cantidad de tierra que Cultiva	50	59	30	10	0	25	124	.000
	%	39.3	20.0	6.7	0.0	16.7	82.7	
	50 a 70	3	1	0	4	1	9	
	%	2.0	.7	0.0	2.7	.7	6.0	
	Más de 70	1	1	0	12	1	15	
	%	.7	.7	0.0	8.0	.7	10.0	
	Toda	0	0	0	2	0	2	
	%	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	1.3	
Porción de tierra para el cultivo de maíz	Toda	59	30	10	12	25	136	.006
	%	39.3	20.0	6.7	8.0	16.7	90.7	
	Más de 70	4	2	0	6	2	14	
	%	2.7	1.3	0.0	4.0	1.3	9.3	
Residuos de la cosecha	Se conserva	51	28	8	14	19	120	.595
	%	34.0	18.7	5.3	9.3	12.7	80.0	
	Se quema	12	4	2	4	8	30	
	%	8.0	2.7	1.3	2.7	5.3	20.0	
Fuente de agua para el consumo	acueduto	34	20	5	10	12	81	.735
	%	22.7	13.3	3.3	6.7	8.0	54.0	
	Pozo/ manivela	29	12	5	8	15	69	
	%	19.3	8.0	3.3	5.3	10.0	46.0	

Tabla de frecuencia de variables cualitativas a través de la d6cima de chi-cuadrado; los n6meros en negro representan las diferencias marcadas por cada indicador.

superiores a los actuales. Sobre este tema se han pronunciado autores como Lerdón *et al.* (2008); Senra (2011); Tellez-Delgado *et al.* (2012); Halimani y Muchadeyi (2012); Carmentate (2012); Carter *et al.* (2013).

Relacionado con esta problemática, Díaz (2014) considera que es urgente desarrollar políticas diferenciadas, incentivos y estrategias de apoyo a la producción agropecuaria familiar, con el fin de mejorar la sostenibilidad social de los sistemas agropecuarios y su contribución a la reducción de la pobreza y la inseguridad alimentaria en las zonas rurales, por lo que es necesario la implementación de programas que induzcan al aumento de la producción ganadera y, consecuentemente, a la diversidad de la alimentación (FAO, 2006b; Godfray *et al.*, 2010; Quintero *et al.*, 2010).

Una valoración conclusiva de los indicadores evaluados en el sector agrario de la provincia de Huambo, Angola, sugiere hacer la siguiente reflexión “los indicadores cuantitativos, junto a los cualitativos, reflejan el estado actual de distanciamiento a la sostenibilidad agraria, en la producción de maíz desde la visión agroecológica”. Se hace necesario, entonces, actualizar a los actores y decisores con acciones participativas e información técnica y científica, de corte agroecológico que eleve la producción de maíz en Huambo, Angola.

4.1.5. Consideraciones finales. Principales problemas visualizados durante el diagnóstico.

Aun cuando las entidades gubernamentales abogan por la mitigación de las adversidades existentes, en aras de favorecer las condiciones de vida de los angolanos, se demostró que en las zonas rurales del municipio de Huambo, persisten problemas limitantes de la sostenibilidad, donde el cultivo del maíz no ha logrado los niveles deseados de productividad.

En la Tabla 17 se registran los principales problemas que se visualizaron durante el diagnóstico, reflejando la presencia de arvenses de difícil manejo y los elevados costos de producción por la adquisición de insumos agrícolas como los de mayor incidencia.

Tabla 17. Principales problemas considerados por los agricultores durante el diagnóstico.

Orden	Característica del problema	Puntuación
1	Incidencia de arvenses de difícil manejo	58
2	Elevado costo de producción de los insumos agrícolas	46
3	Desconocimientos sobre los daños de los insumos químicos	40
4	Bajos precios de los productos agrícolas	39

Además, se perciben desequilibrios en la composición de la fitocenosis de los agroecosistemas dedicados al cultivo de maíz, lo que sugiere modificaciones a los métodos de manejo de arvenses. Tales apreciaciones invitan a transformar el pensamiento agrario en correspondencia con el que se propugna a escala mundial y que asume la agroecología como la ciencia capaz de dar solución a los problemas que hoy enfrentan las zonas rurales del trópico como posible solución (Yong, 2010; Olivier De Schutter, 2010; Leyva, 2013; Patiño, 2014).

Se reflejó entre los actores un desconocimiento total del pensamiento holístico, aunque por tradición, el 57 % de las familias aplican la primicia de la trilogía suelo-planta-animal. Los agricultores no atribuyen la importancia que reviste la biodiversidad en el agroecosistema, para lograrlo será necesario establecer programas de capacitación y actualización permanente a favor de los decisores, facilitadores y productores locales, que incluye además, la introducción de la diversidad de plantas con olores y colores diversos en el entorno de las comunidades.

Tomando como premisa lo anteriormente señalado, se decidió desarrollar un estudio sobre las arvenses, su influencia en la productividad del cultivo de maíz y su manejo, teniendo en cuenta los principios de la agroecología.

4.2. Resultados del estudio de aspectos tecnológicos. Análisis de la investigación de campo.

4.2.1. Resultados del registro de arvenses en las localidades de Ngongoinga y Chianga.

Se registró un total de 68 especies diferentes en las dos localidades, tal como se demuestra en la Tabla 18. Además de estas, se colectaron otras tres especies aledañas al sistema productivo, no

registradas en la literatura revisada (Anexo XI), lo que pudiera constituir un aporte al conocimiento de la biodiversidad en esta localidad.

Tabla 18. Número de especies en Ngongoinga y Chianga e índice de similitud de Jaccard.

Localidad	Número de especies	Índice de similitud de Jaccard (Ij) $Ij = c / a + b - c$
Ngongoinga	42	0,44
Chianga	56	
Especies comunes	30	

La especie dominante fue el *C. rotundus* L., para Ngongoinga y *B. pilosa* L. para Chianga, los nombres científicos del total de las especies encontradas se muestran en las

Tablas 19 y 20. Por medio del Índice de Similitud de Jaccard se pudo determinar, que solo el 44 % de las especies se encuentran presentes en las dos localidades, representando un índice bajo, como consecuencia de los métodos de manejo empleados, que difieren entre las localidades.

En Ngongoinga domina fundamentalmente el *C. rotundus* L. (Longuenso o Tchinguessu), debido probablemente al uso del monocultivo continuado con herbicidas residuales, que ha provocado la presencia de esta arvense, cuyo manejo se hace en extremo complejo, dadas sus características reproductivas y resistencia a los herbicidas, que han sido muy utilizados en la localidad según Cassela (2013)², aspecto sobre el cual Leyva *et al.* (1982) se habían pronunciado.

Esta especie, se adueña del espacio agrícola de los sistemas productivos y constituye el principal obstáculo en términos de competencia interespecífica para esta localidad. Informes similares fueron brindados por Holm *et al.* (1977) citado por Torres y Quintanilla (1991), al clasificar los herbicidas de estos grupos como inefectivos para las poaceas y la ubicación del *Cyperus rotundus* L., entre las 15 especies de arvenses más importantes del mundo.

Además, se encontraron las especies *B. pilosa* L. (Olokoso), *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (Ndogoloca) y *Chloris polydatyla* (L.) Swartz. (Ulungumbe).

² Cassela, A. Gerencia de la finca experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA). 2013. Comunicación personal.

Tabla 19. Especies de arvenses encontradas en el agroecosistema del cultivo de maíz en la localidad de Ngongoinga durante el periodo experimental.

Nº	Nombres	Familia (por orden alfabético)
1	<i>Alternanthera tenella</i> Colla.	Amaranthaceae
2	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae
3	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Amaranthaceae
4	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Amaranthaceae
5	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Asteraceae
6	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Asteraceae
7	<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae
8	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Asteraceae
9	<i>Sonchus oleracea</i> L.	Asteraceae
10	<i>Cyperus distans</i> L.f.	Cyperaceae
11	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae
12	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae
13	<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae
14	<i>Mimosa pudica</i> L.	Fabaceae
15	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Oxalidaceae
16	<i>Argemone mexicana</i> L.	Papaveraceae
17	<i>Aristida longiseta</i> Steud.	Poaceae
18	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	Poaceae
19	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf.	Poaceae
20	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	Poaceae
21	<i>Cloris barbata</i> (L.) Sw.	Poaceae
22	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae
23	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Poaceae
24	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poaceae
25	<i>Eragros tisaireoides</i> Ness.	Poaceae
26	<i>Eragrotis ciliaris</i> (L.) R.Br.	Poaceae
27	<i>Eragrotis pilosa</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae
28	<i>Eustachys distichophylla</i> (Lag.) Ness.	Poaceae
29	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness.) Stapf.	Poaceae
30	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	Poaceae
31	<i>Panicum maximum</i> acq.	Poaceae
32	<i>Paspalum notatum</i> Fluggé	Poaceae
33	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Poaceae
34	<i>Setaria poiretiana</i> (Schult.) Kunth	Poaceae
35	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae
36	<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	Phyllanthaceae
37	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Rubiaceae
38	<i>Spermacoce suaveolens</i> (G. Mey.) Kuntze	Rubiaceae
39	<i>Datura stramonium</i> L.	Solanaceae
40	<i>Nicandra physaloides</i> (L.) Pers.	Solanaceae
41	<i>Physalis angulata</i> L.	Solanaceae
42	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Solanaceae

Tabla 20. Especies de arvenses encontradas en el agroecosistema del cultivo de maíz en la localidad de Chianga durante el periodo experimental.

Nº	Nombres	Familia
1	<i>Amaranthus deflexus</i> L.	Amaranthaceae
2	<i>Gomphrena celosioides</i> Mart	Amaranthaceae
3	<i>Apium leprophyllum</i> (Pers.) Muell.	Apiaceae
4	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Asteraceae
5	<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae
6	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Asteraceae
7	<i>Comelina communis</i> L.	Commelinaceae
8	<i>Spergula arvenses</i> L.	Caryophyllaceae
9	<i>Cyperus difformis</i> L.	Cyperaceae
10	<i>Cyperus distans</i> L.f.	Cyperaceae
11	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae
12	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae
13	<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl	Cyperaceae
14	<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae
15	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Milisp	Euphorbiaceae
16	<i>Chamaesyce prostrata</i> (Aiton) Small.	Euphorbiaceae
17	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae
18	<i>Mimosa pudica</i> L.	Fabaceae
19	<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip.	Fabaceae
20	<i>Chamaecrista hispidula</i> (Vahl) H. S. Irwin&Barneby	Fabaceae
21	<i>Chamaecrista ramosa</i> (Vogel) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae
22	<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene.	Fabaceae
23	<i>Crotalaria pallida</i> Aiton	Fabaceae
24	<i>Mimosa invisa</i> Mart.	Fabaceae
25	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) W. T. Aiton	Lamiaceae
26	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Oxalidaceae
27	<i>Argemone mexicana</i> L.	Papaveraceae
28	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Phyllantaceae
29	<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	Plantaginaceae
30	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	Poaceae
31	<i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst. Ex. A. Rich.) Stapf	Poaceae

32	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf.	Poaceae
33	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	Poaceae
34	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Poaceae
35	<i>Cloris barbata</i> (L.) Sw.	Poaceae
36	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae
37	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poaceae
38	<i>Eragrotis airoides</i> Ness.	Poaceae
39	<i>Eragrotis ciliaris</i> (L.) R.Br.	Poaceae
40	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness.) Stapf.	Poaceae
41	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Poaceae
42	<i>Paspalum notatum</i> Flügge	Poaceae
43	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Poaceae
44	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	Poaceae
45	<i>Poa annua</i> L.	Poaceae
46	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen	Poaceae
47	<i>Setaria poiretiana</i> (Schult.) Kunth	Poaceae
48	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae
49	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Pteridaceae
50	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Rubiaceae
51	<i>Spermacoce suaveolens</i> (G. Mey.) Kuntze	Rubiaceae
52	<i>Datura stramonium</i> L.	Solanaceae
53	<i>Nicandra physaloides</i> (L.) Pers.	Solanaceae
54	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Solanaceae
55	<i>Ipomea nil</i> (L.) Roth.	Convolvulaceae
56	<i>Ipomea ramosissima</i> (Poir) Choisy	Convolvulaceae

En la localidad de Chianga, donde se practican las rotaciones no secuenciales, se presentó como dominante *B. pilosa* L. (Olokoso). Otras especies encontradas fueron: *C. dactylon* (L.) Pers. (Ndogoloca), *Commelina diffusa* L. Burn. (Essolo), *Richardia brasiliensis* Gomes (Calongupa) *Acanthospermum hispidum* DC. (Tchanbanda), *Eleusine indica* L. Gaertn. (Ulungumbe), *A. deflexus* L. (Gimboa) y *Argemone mexicana* L. En esta localidad se ha establecido una especie de helecho *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn., conocida popularmente como “Samanbaia” que es considerada por los actores de la localidad como planta indicadora de la acidez de los suelos y que después de producirse la eliminación de la vegetación primaria por el uso del fuego, aparece como dominante de los agroecosistemas del territorio.

Algunas de las especies encontradas en las dos localidades, también juegan un rol sociocultural importante, por cuanto son utilizadas en la medicina verde de forma preventiva o curativa contra enfermedades o dolencias. Además, algunos como *B. pilosa* (L.) son utilizados para la alimentación humana, la que le confiere mayores valores utilitarios. En la Tabla 21 se resumen las especies dominantes en ambas localidades con sus características relevantes positivas y negativas. De la información brindada se deduce que muchas de las especies presentes pueden ser manejadas con eficiencia sin el uso desmedido de herbicidas y que, además, tienen una función social por sus valores utilitarios, lo que concuerda con lo expresado por Balbinot y Fleck (2005), al referir que el conocimiento de las especies y la utilización de las prácticas de manejo conjugadas, contribuyen a que su efecto sea más eficiente y disminuyan los riesgos ambientales ocasionados por la aplicación excesiva de herbicidas. Además, Blanco (2010) enfatiza que las arvenses son vitales para resolver problemas de erosión, cobertura y conservación de la fertilidad del suelo e incrementan la estabilidad total de los sistemas agrarios, con el aumento de los insectos benéficos.

4.2.2. Valoración final sobre las arvenses en Huambo.

La rica diversidad de arvenses en los campos de la provincia de Huambo ha sido alterada por el accionar del hombre, estimulándose la dominancia de especies agresivas y los agricultores lo

Tabla 21. Especies dominantes en las localidades de Ngongoinga y Chianga

Arvense (nombre Científico) y comunes	Características negativas relevantes	Características positivas relevantes
*Cyperus rotundus L Coquito, chivasa, totira, tiririca, coco, cocuelo, cipero, cebollín, castañuelas juncea, totorilla, negrilla, tamacan, capim dandá, coqui, coquillo, cayolillo, cebolleta	Planta perenne de alta importancia tropical produce numerosas cadenas de bulbos. Altamente nociva fruto del uso excesivo de altas cantidades de herbicidas durante mucho años	Los bulbos contienen una sustancia que inhibe la germinación y el desarrollo de semillas y plántulas de otras especies. Ayuda a aliviar los dolores estomacales y se le atribuyen poderes estimuladores para la actividad sexual.
***Bidens pilosa L. Amor seco, papunga, chipaca, masiquía, mozote, cadillo, picón, chilca, paconca, picão preto, aceitilla, romerillo	Planta herbácea anual, medianamente nociva. Su fruto se adhiere a la ropa, como método de propagación	Es una planta cuyas hojas son consumidas como alimento humano y se le atribuyen propiedades medicinales
***Cynodon dactylon (L.) Pers. Pasto bermuda, pasto argentina, grama dulce, rasteira, gramilla colorada, gramillón, tejedora, pata de perdiz, uña de gato, zacate de conejo, agujilla, hierba fina	Planta fuertemente agresiva, atrayente de hormigas y de difícil manejo sea químico o manual, pasto perenne, común en terrenos cultivados, cultivos perenes. Se reproduce por semillas, estolones y rizomas.	Es considerado un buen pasto de césped y forrajero que tolera períodos prolongados de sequía.
*Chloris polydacta (L.) Swartz Paja blanca, pasto conejo, falso rhodes	Levemente nociva	Como su nombre vulgar lo indica, sirve para alimento animal
**Comelina diffusa Burn. Andaca, capim gomoso, erva de santa luzia, grama da terra, grama do maranhão, maria-mole, marianinha, trapoeraba, trapoeraba azul	Especie, anual o perene se instala en áreas cultivadas, tierras abandonadas, huertos, frutales, jardines y terrenos baldíos, se reproduce por semillas y estolones.	Alta capacidad de cobertura del suelo, lo que puede servir para protección y evitar la erosión o lavado.
Argemone mexicana L. Cardo amarillo, de santa maria, santo, figo do inferno, papoula de espinho, papoula espinhosa, papoula do mexico.	Espécie herbácea, anual, ocupa espontaneamente áreas agrícolas puede causar heridas en los trabajadores. Medianamente nocivo.	Usada como planta ornamental, por el aspecto peculiar que ofrece, con hojas curiosas y decorativas.
**Acanthospermum hispidum DC. amor de negro, benzinho, carrapicho, de carneiro, de cabeça de boi, de chifre de veado, camboeiro, espinho de agulha, de cigano, poejo da praia, retirante.	Especie herbácea, anual de alta adaptabilidad, se instala en campos cultivados, pastos y en áreas abiertas. Tienen carapichos que se pegan en la ropa y en los pelos de los animales, además de provocar heridas en frutos por sus espinas.	Partes de la planta son utilizadas en la medicina verde.
**Eleusine indica (L.) Gaertn. Capim da cidade, capim de burro, capim d'ouro, capim de coroa d'ouro, capim de pomar, capim-fubá, capim-pé-de-galinha, flor de grama, grama de coradouro, grama-sapo,	Gramínea anual, se instala con frecuencia en áreas cultivadas, márgenes de estradas, frutales y terrenos baldíos. Su unidad de propagación es el fruto que es del tipo cariopse.	Su nombre popular "grama de coradouro" viene por el hecho de usarlo para blanquear la ropa al sol. Partes de la planta son utilizadas en la medicina popular para el tratamiento de neumonía.
**Amaranthus deflexus L. bredo, bredo rasteiro, caruru, caruru rasteiro	Especie herbácea, anual, se desarrolla en cualquier ambiente, áreas cultivadas, abandonadas, jardines.	Sus hojas son usadas para alimento Humano.
****Phyllanthus tenellus Roxb .Ussesse, arrebienta-poedra, hierba-pombiña, quebra-pedra.	Especie herbácea, anual, se desarrolla espontaneamente y con frecuencia en areas abandonadas, jardines y huertos.	****Utilizada contra los dolores dentales, de espalda y para facilitar la dilatación en el momento del parto de la mujer
****Solanum americanum Mill. Lossuva, pimienta de gallina, erva de moura, maria-pretinha, pimenta de cachorro.	Especie herbácea, anual se desarrolla en todo el país de forma espontanea., la planta encerra compostos tóxicos.	****Sus hojas sirven como alimento humano, el tallo para sanar la fiebre tifoidea, y sus frutos son para la alimentación de las aves de la localidad

*Dominante en la localidad de Ngongoinga; **Dominante en la localidad de Chianga; ***Dominante en las dos localidades (Ngongoinga y Chianga); ****Especies que aparecen con menor frecuencia dentro del sistema productivo, mas con utilidad sociocultural y medicinal; ***** Informaciones obtenidas del conocimiento popular.

consideran como una limitante para la producción de maíz, cuyo manejo se refleja en los altos costos de producción. Para los grandes y medianos agricultores, la solución se limita a la utilización de elevadas cantidades de herbicidas con los conocidos riesgos de provocar dominancia y posible contaminación ambiental, aunque la tradición ancestral del uso de la medicina verde posibilita establecer con mayor facilidad la cultura de la conservación cuando no dañen los cultivos.

En general, los agricultores desconocen las ventajas de las arvenses para el agroecosistema y mantienen el concepto de conservar el campo permanentemente limpio, lo cual debilita la actividad microbiana y la estructura del suelo, por lo que se impone encontrar métodos eficientes de manejo, que eviten labores innecesarias y que, sin afectar los rendimientos, contribuyan al equilibrio de los agroecosistemas dañados.

4.2.3. Resultados del período crítico de competencia interespecífica maíz-arvenses.

Antes de realizar cualquier actividad de manejo de arvenses, es vital conocer el período crítico de competencia. Sus resultados permiten enmarcar el tiempo que realmente es necesario mantener al cultivo sin competencia y así reducir labores innecesarias (Labrada, 2004; Rosset, 2006; Cerna *et al.*, 2008); mientras, se garantiza una mayor producción de biomasa favorable para el suelo, si se deja crecer libremente las arvenses después del período crítico y son incorporadas, facilitando una mayor retención de carbono, con incremento de la producción de biomasa en el tiempo (Funes, 2007; Blanco y Leyva, 2011).

4.2.3.1. Relación entre la altura y el número de hojas de maíz vs tiempo de convivencia con las arvenses.

Aunque algunos especialistas consideran que los estudios de período crítico de competencia entre los cultivos y las arvenses deben considerarse a partir del conocimiento de la fenología de los cultivos (José y Guadagnin, 2009), la mayoría de los estudios realizados se enfocan comparando los rendimientos obtenidos después de un tiempo de convivencia interespecífica cultivo vs

arvenses, posterior a la germinación del cultivo (García, 2000; González, 2006; Labrada, 2006; Blanco y Leyva, 2011), sin que se cuente con mucha información sobre la relación existente entre algunas variables de crecimiento y desarrollo del cultivo y la incidencia de las arvenses en competencia interespecífica (Aguilera *et al.*, 2000; Adreani, 2009).

Para las condiciones de Huambo, las investigaciones realizadas con esos objetivos no han sido encontradas en la literatura científica, desconociéndose si estas variables correlacionan con el tiempo de permanencia con las arvenses.

El análisis de los resultados evidenció la relación entre las variables de crecimiento (altura de la planta) y del desarrollo (número de hojas) del cultivo de maíz vs días con y sin manejo de las arvenses, según se aprecia en las Figuras 7 y 8 (A y B).

Se determinó la relación de la altura de la planta con el número de días que las mismas se mantienen con y sin arvenses, mostrando, según la ecuación lineal, una relación alta y confiable con valor de R^2 superior a 0,80 para ambas alternativas (Figura 7 A y B).

Como aspecto significativo del análisis, se demostró que durante las tres primeras semanas la convivencia cultivo-arvenses no provocó afectación en este indicador, presentando similar comportamiento posterior a los 42 días hasta la culminación del ciclo del cultivo.

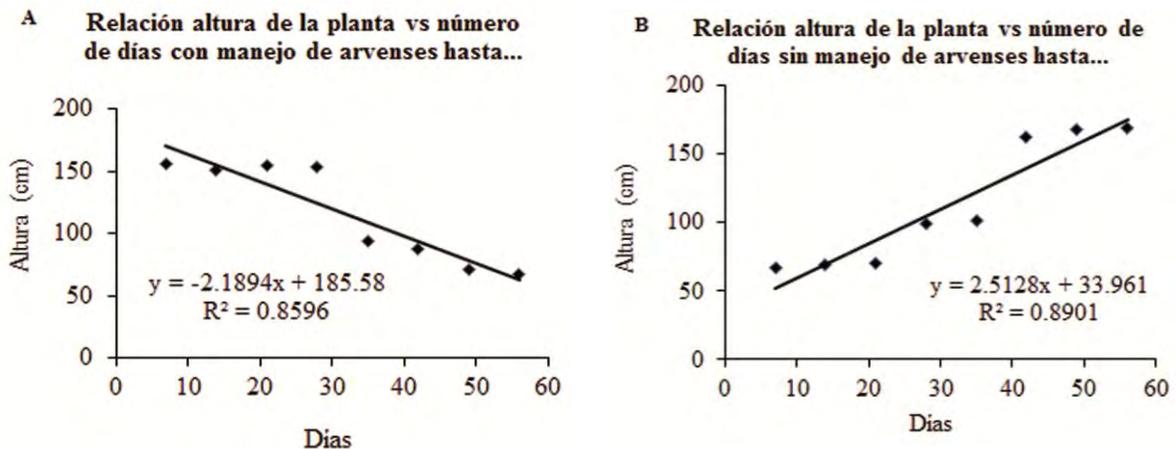


Figura 7 (A y B). Relación de la altura de la planta (h) con respecto al número de días que se mantuvieron con y sin arvenses.

Del análisis de ambas figuras se deduce que el período de transición hacia una afectación de la altura en la convivencia cultivo-arvenses se inicia entre los 21 y 28 días, hasta concluida al menos, la sexta semana de la germinación.

El análisis del número de hojas mostró un comportamiento similar, al presentar un valor de R^2 superior a 0,80 para ambas relaciones (Figura 8 A y B). Se pudo apreciar que en la medida en que las arvenses permanecieron más tiempo con el cultivo, la competencia interespecífica se aceleró, razón por la cual, el número de hojas fue menor; sin embargo, este efecto de daño es intrascendente durante las primeras tres semanas, a partir de cuya fecha se acelera el proceso, presentándose más rápido. Igualmente se evidenció que manejar las arvenses hasta los 42 días posteriores a la germinación, no beneficia este indicador (Consultar Tablas 22 y 23).

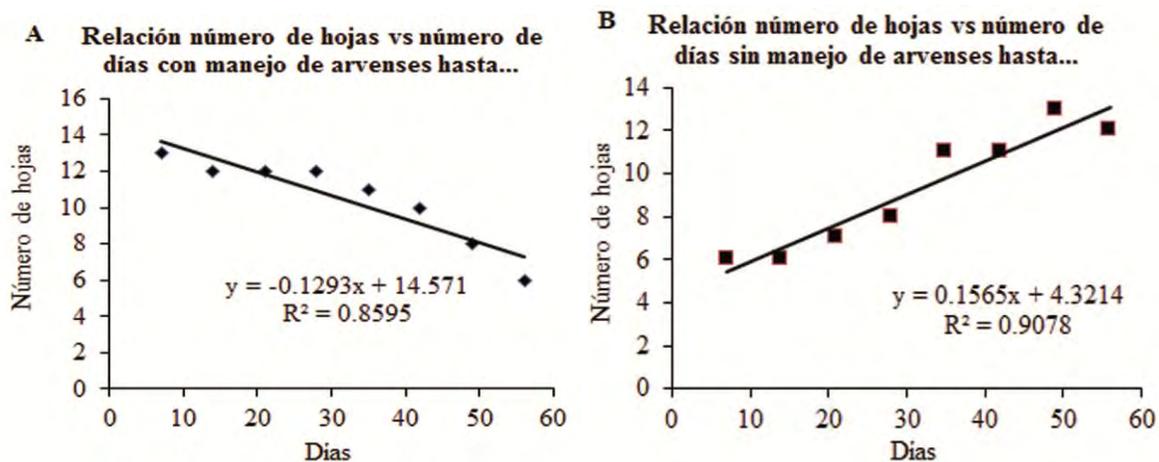


Figura 8 (A y B). Relación del número de hojas con respecto al número de días que se mantuvieron con y sin arvenses.

Una valoración general de las dos variables, indica la existencia de una relación altamente significativa y simultáneamente demuestra que en esta variedad, ambas variables pueden ser utilizadas con alta confiabilidad como referencia del daño que las arvenses provocan al cultivo del maíz; ya que el número de hojas siguió un ritmo de aparición similar al ascenso de la altura de las plantas, estrechamente relacionado con el grado de interferencia por arvenses.

Tabla 22. Análisis de la altura de la planta en los dos esquemas “con y sin manejo de arvenses hasta...”

Tratamientos <i>(sin manejo de arvenses)</i>	Altura (cm)	Tratamientos <i>(con manejo de arvenses)</i>	Altura (cm)
Sin manejo hasta los 7 días	156, 29a	Con manejo hasta los 7 días	68,38 c
Sin manejo hasta los 14 días	154, 87 a	Con manejo hasta los 14 días	69,61 c
Sin manejo hasta los 21 días	152, 84 a	Con manejo hasta los 21 días	70,30 c
Sin manejo hasta los 28 días	93,15 b	Con manejo hasta los 28 días	99,39 b
Sin manejo hasta los 35 días	93,64 b	Con manejo hasta los 35 días	101,52 b
Sin manejo hasta los 42 días	87,13 b	Con manejo hasta los 42 días	162,18 a
Sin manejo hasta los 49 días	70,83 b	Con manejo hasta los 49 días	166,64 a
Sin manejo hasta los 56 días	68,50 b	Con manejo hasta los 56 días	168,39 a
EE(±)	9,04***	EE(±)	7,64***

Las medias seguidas de letras distintas, minúsculas en la columna, para cada factor en análisis conjunta, difieren entre sí, con el nivel de significancia de 0,05 de probabilidad, por el teste de Duncan (1955). *** P < 0,001.

Tabla 23. Análisis del número de hojas en los dos esquemas “con y sin manejo de arvenses hasta...”

Tratamientos <i>sin manejo de arvenses</i>	Número de hojas	Tratamientos <i>con manejo de arvenses</i>	Número de hojas
Sin manejo hasta los 7 días	12,13 a	Con manejo hasta los 7 días	6,12 c
Sin manejo hasta los 14 días	12,13 a	Con manejo hasta los 14 días	6,37 c
Sin manejo hasta los 21 días	12, 12 a	Con manejo hasta los 21 días	7,88 b
Sin manejo hasta los 28 días	9,37 b	Con manejo hasta los 28 días	8,25 b
Sin manejo hasta los 35 días	9,37 b	Con manejo hasta los 35 días	12,38 a
Sin manejo hasta los 42 días	6,75 c	Con manejo hasta los 42 días	12,81 a
Sin manejo hasta los 49 días	6,68 c	Con manejo hasta los 49 días	12,94 a
Sin manejo hasta los 56 días	6,06 c	Con manejo hasta los 56 días	13,06 a
EE(±)	8,92***	EE(±)	9,4***

Las medias seguidas de letras distintas, minúsculas en la columna, para cada factor en análisis conjunta, difieren entre sí, con el nivel de significancia de 0,05 de probabilidad, por el teste de Duncan (1955). *** P < 0,001.

Los numerosos factores y procesos que actúan concurrentemente para la producción de granos en el cultivo de maíz, son afectados por la intercepción de luz a través de la cobertura vegetal del cultivo, eficiencia metabólica de las plantas y translocación de fotosíntesis de las hojas y tallos para los granos en crecimiento (Vargas *et al.*, 2006); por ello, la competencia interespecífica altera ese proceso normal de desarrollo del cultivo, por interferencia de las arvenses.

4.2.3.2. Análisis de los rendimientos.

Los rendimientos obtenidos están en correspondencia con los resultados encontrados en las variables altura de la planta y número de hojas, en la medida que estas permanecen más tiempo en competencia interespecífica (Figura 9).

Los efectos dañinos sobre el cultivo fueron ascendentes hasta un punto en que se estabilizaron *sin manejo de arvenses hasta*. Este se alcanzó para esta variedad, pasadas seis semanas; es decir, a los 42 días de haber germinado el maíz. Por otra parte, la convivencia cultivo-arvenses durante las tres primeras semanas, no mostró daño significativo, posterior a esta fecha los rendimientos declinan paulatinamente.

Aunque a las arvenses se les atribuye la responsabilidad de afectar los rendimientos, no afectaron el crecimiento del cultivo, al menos en los primeros 21 días posteriores a la germinación, probablemente por la competencia que se establece por la luz, el agua y los nutrientes; sin embargo, su afectación es notable a partir de las semanas siguientes (previa y durante el período crítico determinado), por lo que se asume como imprescindible evitar la convivencia interespecífica arvenses *vs* maíz durante ese período de tiempo (es decir, manteniéndolas limpias). Esta reflexión conlleva al análisis de los valores numéricos de los tratamientos que se mantuvieron limpios desde las primeras semanas, en comparación con los que se limpiaron después de la tercera semana de la germinación, los cuales no difirieron significativamente entre sí.

Según López (2007), el incremento de los rendimientos en granos de maíz, es atribuido a la adecuada conducción de las prácticas culturales, al mejoramiento genético, a las alteraciones

climáticas o la interacción de estos tres factores. En este aspecto, la importancia de la práctica cultural de realizar la labor de manejo en los momentos óptimos, promueve la reducción del período de competencia entre las arvenses y el maíz.

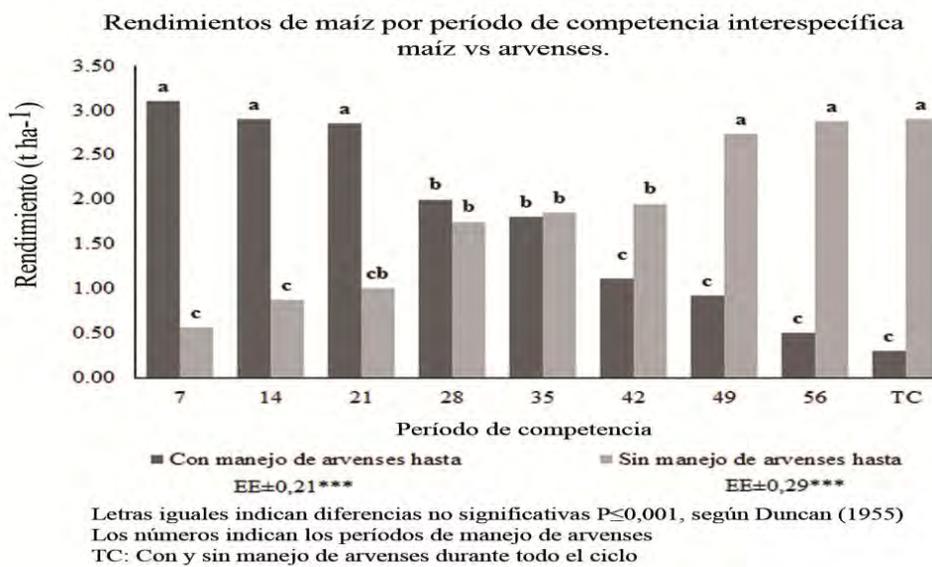


Figura 9. Comparación de rendimientos del maíz ($t\ ha^{-1}$) en los dos esquemas de manejo hasta los 56 días y un testigo (TC) con y sin manejo de arvenses durante todo el ciclo. Años 2011-2012.

Los mayores niveles de rendimiento se obtuvieron en las parcelas *sin manejo de arvenses hasta* los 7, 14, y 21 días y *con manejo hasta* los 49 días, con rendimientos superiores a $3\ t\ ha^{-1}$, por lo tanto, el manejo posterior a los 49 días de la germinación provocan afectación en los rendimientos. El grado de protección que presenta el maíz frente a la convivencia con las arvenses durante los primeros 21 días, parece estar relacionado con las potencialidades del cultivo durante el período inicial de desarrollo, dada la competencia interespecífica que se establece por los recursos del medio natural. Sin embargo, desde el punto de vista práctico pueden producirse daños mecánicos al cultivo, al realizarse labores de manejo 21 días posteriores a la germinación del cultivo. Por otra parte, bajo condiciones tropicales, se incrementa la probabilidad de incumplir las planificaciones de manejo de arvenses como consecuencia de los cambios climáticos (precipitaciones irregulares),

lo que pudiera provocar daños no controlables; razón que aconseja, asumir el principio *con manejo de arvenses hasta vs sin manejo de arvenses hasta*; algo sobre lo cual ya Mederos (2002) se había pronunciado, al demostrar que las labores de manejo de arvenses deben realizarse durante el primer tercio del ciclo del cultivo, para variedades precoces.

Existen diferentes criterios acerca de los indicadores a considerar para medir la eficiencia de las labores de manejo. Para las condiciones de Angola, según Sito (2004) y Duarte (2005), la competencia que se establece entre las arvenses y el cultivo del maíz, reducen sus rendimientos en 51,4 % de la producción, las labores de manejo de arvenses deben iniciarse entre los primeros 15 a 20 días después de la germinación y se debe limpiar conforme a las necesidades, aunque estos autores no precisan la fecha final, lo que supone una propuesta de manejo permanente.

Según José y Guadagnin (2009), para evitar pérdidas de la producción de maíz superiores a 5 %, se debe mantener libre de arvenses desde la emisión de la tercera hasta la octava hoja y, lo más importante en el control de arvenses, es mantener el campo limpio hasta que el cultivo logre cubrir toda el área cultivada. Según Italconsult (1990) desde ese momento, las arvenses que surjan tendrán menos influencia en la producción esperada. Costa y Venâncio (2008) y Pereira *et al.* (2010), aseguran que cualquier rendimiento por debajo de 144 a 470 g de masa total de las mazorcas demuestra una influencia negativa de ciertos factores concurrentes a la reducción del rendimiento.

Ante estos análisis resulta vital aplicar arreglos espaciales óptimos, que además no brinden espacios a las arvenses, antes del total cubrimiento del espacio agrícola de las plantas, algo sobre lo cual Leyva (2013) ya se había pronunciado.

4.2.3.2.1. Relación entre la altura y número de hojas con los rendimientos del maíz.

Aun cuando se pudo apreciar la existencia de relación entre la altura de la planta y el número de hojas con el grado de incidencia de las arvenses en el tiempo, es necesario determinar si estas se

relacionan con los rendimientos; lo cual sería una opción favorable para la planificación temprana y la predicción de las cosechas a obtener en el cultivo del maíz.

Las Figuras 10 (A y B) y 11 (A y B) reflejan la relación existente entre el rendimiento agrícola y el número de hojas, así como con la altura de la planta.

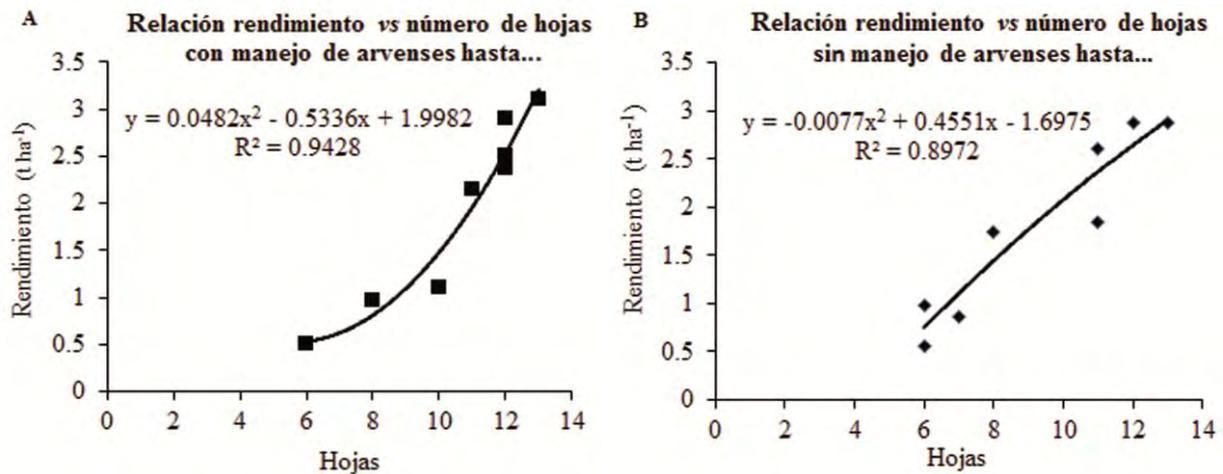


Figura 10. Relación entre los rendimientos y el número de hojas en los dos esquemas con y sin manejo.

Se pudo verificar la existencia de una relación directa entre las variables altura de la planta y número de hojas con el rendimiento (Figuras 10 A y B) que se reflejó con un valor de R^2 de 0,94 para el número de hojas en el esquema *con manejo de arvenses hasta*, aduciendo la existencia de una alta relación, algo superior a la que muestra el esquema *sin manejo de arvenses hasta* aunque igual de eficiente. Este resultado muestra que existe una estrecha relación entre el número de hojas y los rendimientos que alcancen las plantas, teniendo en cuenta su principal función en el desarrollo de estas, que está relacionado con la realización de la fotosíntesis; además, de la respiración y la evapotranspiración, tal y como fue informado por Molina (2008), por lo tanto, mientras las plantas aumentan el número de hojas, mayor es el rendimiento del cultivo.

Papastylianou y Soteriou (2008) han señalado que las hojas regulan la capacidad fotosintética y según experimentos de Nava y Vera (2004) en plátano y de Mompies y Martín (2012) en papa,

estas garantizan la función de retroalimentación y su régimen de radiación; sin embargo, se ha comprobado que el desarrollo de la parte aérea de las plantas no siempre asegura un mayor rendimiento (Alonso, 2004).

La relación de la altura de la planta con el rendimiento fue similar al resultado anterior, con un mejor ajuste ($R^2 = 0,98$) para la alternativa *sin manejo de arvenses hasta que con manejo de arvenses hasta* (Figura 11 A y B); aunque igualmente ambas relaciones resultaron ser positivas, indicando la posibilidad de que, al menos para esta variedad, puedan ser utilizados como indicadores previsores de los rendimientos a alcanzar desde una edad temprana del crecimiento y desarrollo del cultivo.

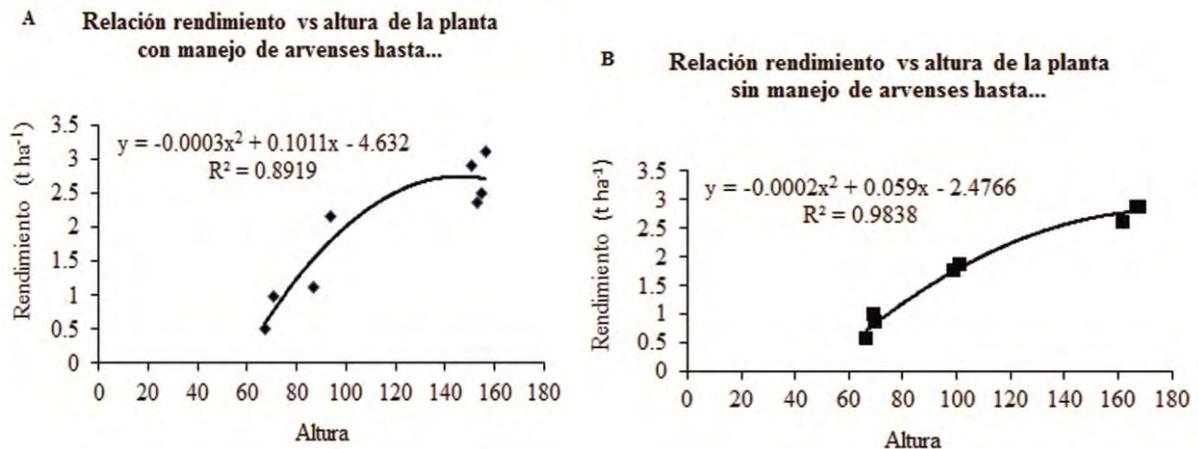


Figura 11 (A y B). Relación del rendimiento respecto a la altura de la planta en los dos esquemas con y sin manejo de arvenses.

Las variables altura de la planta y número de hojas están íntimamente relacionadas con el índice de área foliar y directamente proporcional con los rendimientos (Yamagata 1999; Reddy *et al.*, 2000); dado el aumento de la capacidad y eficiencia fotosintética del cultivo, optimizadores de la distribución de los asimilados que constituyen indicadores fundamentales para el incremento de los rendimientos, según han expuesto Parry *et al.* (2011) y Foulkes *et al.* (2011).

Finalmente se ofrece la relación del rendimiento respecto al número de días *con y sin manejo de arvenses*. La Figura 12 (A y B) muestra, que no se produjo diferencia marcada entre los esquemas

con y sin arvenses con el rendimiento obtenido, presentando una relación alta con R^2 superior a 0,95 y 0,90 respectivamente, lo que infiere una seguridad total de la relación rendimientos-arvenses, respecto al daño en el tiempo. Estos resultados están en correspondencia con Astier *et al.* (2002); Filho *et al.* (2004); Forsthofer *et al.* (2004); Viana *et al.* (2009), quienes señalan que las limitaciones de la buena marcha del crecimiento y desarrollo del cultivo, se restringen al transporte eficiente de materiales producidos, en dirección a los granos en formación, esto, es lo que asegura los altos rendimientos.

La competencia interespecífica se incrementa en el tiempo, como consecuencia del aumento de la biomasa, razón que justifica la inversa relación entre los niveles de arvenses y los rendimientos; tal y como han destacado Nava y Vera (2004); Venâncio *et al.* (2006); Viana *et al.* (2009), en relación al rendimiento con algunos indicadores de crecimiento y desarrollo de las plantas.

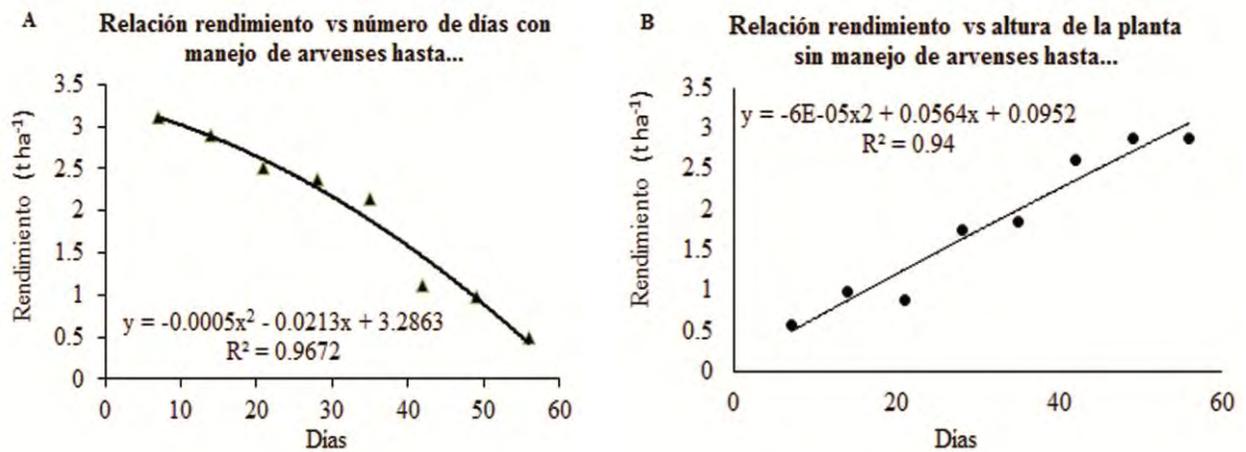


Figura 12 (A y B). Rendimiento y su relación con el número de días con y sin manejo de arvenses.

El rendimiento depende de la interacción de muchos factores; por tanto, el estudio de la relación entre las variables de crecimiento y desarrollo para determinar la productividad de los cultivos con presencia de arvenses, debe ser prioridad dada su complejidad (Ferreira y Gonçalves, 2007; MacKerron, 2008; Flores-López *et al.*, 2009).

De los resultados anteriormente señalados se concluye que existe alta relación entre las variables altura de la planta, número de hojas y rendimiento *vs* el período de tiempo que el cultivo de maíz se mantiene en competencia interespecífica con las arvenses, lo cual constituye una respuesta que permite hacer planificaciones y pronósticos acertados durante un período de tiempo importante, previo a la obtención de las cosechas, así como predecir daños en los rendimientos del cultivo por la competencia interespecífica de las arvenses anticipadamente.

4.2.3.3. Comprobación del período crítico de competencia interespecífica maíz *vs* arvenses.

Conocido el período crítico de competencia determinado en Ngongoinga, se corroboró su validez bajo las condiciones de Chianga, lo cual se logra solo si los rendimientos del cultivo de maíz con manejo durante el período crítico determinado, no difieren de un manejo de arvenses permanente durante todo el ciclo del cultivo. Los resultados se presentan en la Figura 13.

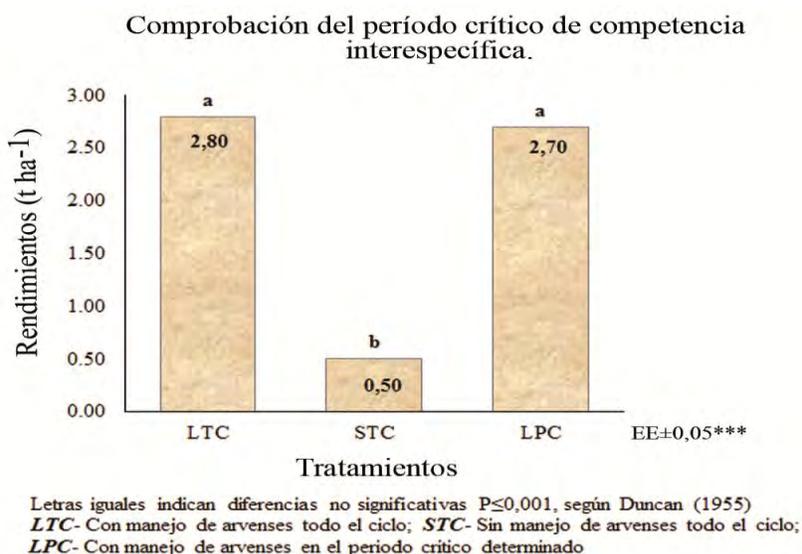


Figura 13. Rendimientos del maíz por tratamiento, expresados en $t\ ha^{-1}$ en relación con los testigos (con y sin manejo de arvenses durante todo el ciclo), año 2013-2014.

Se pudo constatar, al igual que en el primer experimento, la ausencia de daño de las arvenses al cultivo de maíz en las primeras tres semanas. No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos con manejo de arvenses todo el ciclo *vs* con manejo en el período crítico. Por ello, se

puede inferir que el manejo de las arvenses entre los 21 a 49 días de la germinación, equivale a mantenerlo totalmente limpio durante todo el ciclo. Este resultado está en correspondencia con Blanco *et al.* (2014) al afirmar que labores antes y después del período llamado crítico, solo contribuyen a elevar los gastos energéticos y desequilibrar el agroecosistema.

Una valoración final del tema analizado en ambas localidades, indica que el período crítico de competencia entre las arvenses y el maíz se enmarcó entre los 21 a 49 días, apreciándose el punto crítico a los 35 posteriores a la germinación, que representa la intercepción de los dos esquemas con y sin manejo de arvenses, y que indica el inicio de la afectación de los rendimientos alcanzado a un 50 % del daño total.

Este período se inició cuando las plantas tenían entre seis y siete hojas y concluyó cuando habían emitido entre nueve y diez hojas, con una altura de la planta entre los 19,33 y 80,9 cm para esta variedad (Anexo XII).

Mientras que en una investigación similar para las condiciones de Cuba, en variedades con ciclo corto, Blanco *et al.* (2014) han determinado que el período de competencia de las arvenses con el cultivo del maíz ocurrió entre los 24 hasta los 40 días después de germinado el cultivo del maíz, momento en que no le pueden faltar las labores de manejo de arvenses, preferiblemente de forma mecánica, para garantizar altos rendimientos y equilibrio en el sistema productivo. Otros autores como DAUNS (2005); Labrada *et al.*, 1996; Labrada (2006), sitúan el período crítico de competencia entre el maíz y las arvenses entre los 28 y 45 días de la germinación, igualmente para variedades de ciclo corto.

Este análisis indica que los períodos críticos de competencia, determinados en función del tiempo transcurrido desde la germinación de las semillas del maíz, no son rígidos y pueden variar de un lugar a otro, en dependencia de varios factores como los precedentes culturales, la calidad de la preparación del suelo, el tipo de variedad y los arreglos espaciales, entre otros. Sin embargo, existe

similitud entre los diferentes estudios realizados que difieren en más o menos una semana, tanto para el inicio como para la culminación del proceso.

Una vez conocido el período crítico de competencia interespecífica maíz arvenses, corresponde el tema relacionado con los métodos de manejo para definir los más eficientes.

4.2.4. Resultados del estudio de los métodos de manejo de arvenses en el maíz.

Mientras que a los métodos de manejo de las arvenses por medios químicos y mecánicos motorizados se le atribuyen inconvenientes de tipo ecológicos y económicos respectivamente, a los métodos tradicionales de manejo (azada o machete), aunque son los más armónicos con la naturaleza, en la actualidad presentan serias limitaciones por la elevada escasez de mano de obra y una productividad extremadamente baja (Altieri, 2011).

El estudio de alternativas de manejo de arvenses que pueden resultar eficientes desde la visión agroecológica, constituye una necesidad determinante para lograr producciones altas y rentables (León y Ravelo, 2010). Sin embargo, un modelo productivo debe responder, de manera efectiva, a favor de las tres dimensiones de la sostenibilidad y será eficiente si logra que la producción obtenida expresada en energía, supere la inversión energética hecha (Altieri, 1999; Gliessman *et al.*, 2007).

Después de conocerse el período crítico de competencia entre las arvenses y el maíz como cultivo económico, se procedió a evaluar cuatro sistemas productivos de manejo de arvenses que son posibles establecer y que además se pueden identificar en la localidad. Ellos se aplican indistintamente, en dependencia de los recursos con que cuenten los agricultores, sin considerar la composición de la fitocenosis establecida, algo que es de vital importancia para lograr éxitos en su manejo, según Puentes *et al.* (1982).

4.2.4.1. Análisis de las arvenses registradas en la superficie experimental.

La diversidad de arvenses registrada en la superficie experimental, después de la germinación del maíz, no sobrepasó la cifra de ocho (Tabla 24), lo que indica escasa diversidad, comparado con las determinadas en otros sistemas de manejo, como en el cultivo de la caña de azúcar en México (Toledo, 2008).

Tabla 24. Especies dominantes por tratamientos después de la germinación del maíz.

Arvenses presentes (nombres comunes en Huambo)	Arvenses presentes (nombre científico)	
1. Tchinguesso	1. <i>Cyperus rotundus</i> L.,	La presencia de <i>C. rotundus</i> L. (dominante en Ngongoinga) es muy conocida dentro de las arvenses tropicales por su elevada capacidad reproductiva. Torres y Quintanilla (1991) demuestran que el uso continuado de la tecnología de
2. Olokoso	2. <i>Bidens pilosa</i> L.	
3. Ndongoloca	3. <i>Chloris polydatyla</i> L. (Swartz.).	
4. Ulungumbe bravo	4. <i>Cynodon dactylon</i> L.	
5. Gimboa	5. <i>Amaranthus deflexus</i> L.	
6. Tchanbanda	6. <i>Acanthospermum hispidum</i> DC	
7. Calongupa	7. <i>Richardia brasiliensis</i> Gomes DC.	
8. Ulungumbe	8. <i>Eleusine indica</i> (L). Gaertn	

los herbicidas derivados de la urea y las triazinas simétricas, han predominado en la localidad de Ngongoinga, mientras la especie *B. pilosa* L. (dominante en Chianga) es menos agresiva y de mucha utilidad para los pobladores por ser empleada como alimento humano.

Su presencia activa es enigmática para los estudiosos del tema, dado que su aparición frecuente se ha vinculado más a las leguminosas que a las poáceas (Leyva y Lores, 2012). Quizás la actividad antropogénica juega un rol determinado en su elevada presencia, como ha ocurrido con la especie *A. deflexus* L., que ha aparecido como remanente de siembras precedentes de esta planta, muy utilizado como alimento humano en esta localidad.

4.2.4.2. Análisis de los costos incurridos durante el ciclo del cultivo de maíz.

La eficiencia económica y la eficacia energética de los sistemas productivos pueden ser mejoradas en gran medida, si se logra comprender cómo fluye la energía a través de los sistemas en estudio (Pimentel y Pimentel, 2005; Rodas, 2011), de manera que, mayores gastos energéticos no siempre

repercuten en mejoras productivas. En la Tabla 25, se registran los costos y ganancias de las actividades realizadas a cada tratamiento del cultivo de maíz (Anexo XIII).

Resultó interesante comprobar que el Sistema de Manejo Químico (SMQ) no fue el de mayores costos, a pesar de que los herbicidas y fertilizantes, en general, son muy costosos para los agricultores de menores ingresos; el Sistema de Manejo Cultural (SMC) resultó similar en costos al resto de los tratamientos, por el precio de cada jornal previo al período crítico; sin embargo, es algo que no es percibido por los campesinos, que no cuantifican el valor de su trabajo sobre su propia producción.

Tabla 25. Costos de producción y ganancias de los métodos de manejo utilizados.

Medios usados	Precio unitario (kg)	MQ (ha ⁻¹)	MQM (ha ⁻¹)	MM (ha ⁻¹)	MC (ha ⁻¹)
Total de costos (maíz)	-	145 740,00	1 55 450,00	142 020,00	140 200,00
Total de costos (frijol)	-	-	-	-	5 800,00
Rendimientos de maíz (t ha ⁻¹) 2012	-	2, 660	2, 640	2, 750	2, 360
Rendimientos de maíz (t ha-1) 2014	-	2, 960	2, 790	2, 540	1, 980
Rendimientos de frijol (t ha-1) 2012					0,570
Rendimientos de frijol (t ha-1) 2014					0,398
Ventas de maíz (kz) año de 2012	100,00	266 000,00	264 000,00	275 000,00	236 000,00
Ventas de maíz (kz) año de 2014		296 000,00	279 000,00	254 000,00	198 000,00
Ventas de frijol (kz) año de 2012	250,00				142 500,00
Ventas de frijol (kz) año de 2014					99 500,00
Ganancias en kz (maíz) 2012		121 960,00	110 250,00	134 680,00	95 800,00
Ganancias en kz (maíz) 2014		151 960,00	125 250,00	113 680,00	57 800,00
Ganancia media en kz (maíz)		136 960,00	117 750,00	117 830,00	76 800,00
Ganancia media en kz (frijol)		-	-	-	121 000,00
Ganancia total en kz (maíz + frijol)		-	-	-	197 800,00
MQ- manejo químico; MQM- manejo químico mecánico; MM- manejo mecánico; MC- manejo cultural; Kz- kwanzas, moneda nacional de la Republica de Angola; 1 USD equivalente a 100 Kz.					

De hecho, es habitual que toda la familia participe en el proceso productivo de manejo de la plantación, incluyendo mujeres y niños, lo que le atribuye al sistema productivo, mayores gastos energéticos humanos. Además, no puede perderse de vista que el trabajo empleado hacia la producción de alimentos para toda la familia se percibe por el agricultor como la construcción de la base alimentaria, mientras una labor de aspersión de un herbicida es vista desde otra mirada

menos socializadora. Por esa razón, el gasto energético familiar, que tiene su precio, generalmente no se cuantifica.

Como se puede apreciar en la Figura 14, en el primer experimento, no se presentaron diferencias significativas entre los sistemas de altos insumos (SMQ, SMQM y SMM); sin embargo, el SMQM fue el más costoso y el SMQ fue el que aportó mayores ganancias (48,4 %).

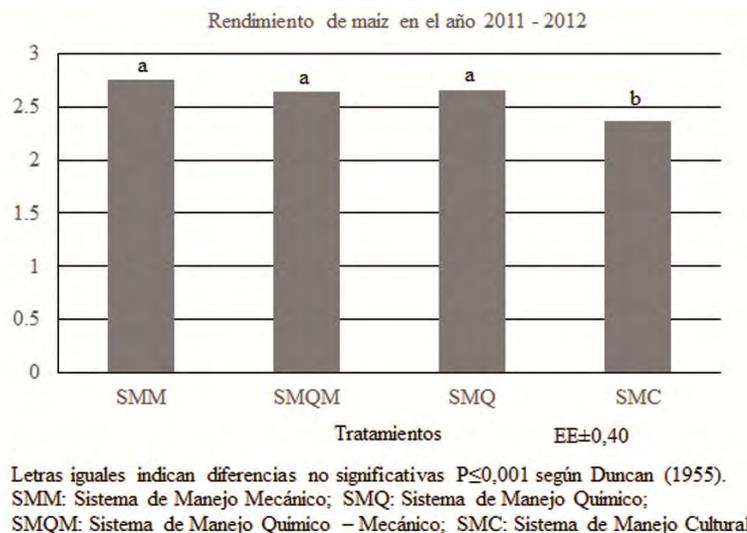


Figura 14. Rendimientos de maíz ($t\ ha^{-1}$) por tratamiento para el año 2011 a 2012;

Las ganancias medias por aplicación de los sistemas de altos insumos fueron de 45,8 %, mientras que la alternativa de manejo cultural (SMC), por aportar los rendimientos más bajos en maíz (sin contar los aportes del frijol) sus ganancias resultaron inferiores a los restantes tratamientos (34,9 %). Sin embargo, al analizar la respuesta económica del SMC, con la inclusión del cultivo de frijol asociado con un rendimiento ascendente a $0,570\ t\ ha^{-1}$ en el año 2012 y $0,398\ t\ ha^{-1}$ en el 2014, resultó ser el tratamiento de mayor eficiencia económica (Anexo XIV), dado que los precios del frijol superan en 2,5 veces los del maíz; de manera que la eficiencia del Sistema de Manejo Cultural se elevó a 95,2 %, solo por el concepto de intercalar un cultivo de alta demanda y precios elevados. Su viabilidad práctica se limita a la disponibilidad de la fuerza de trabajo, por cuanto los sistemas policulturales, regularmente, no admiten la mecanización.

El hecho de lograrse rentabilidad del sistema por intercalar un cultivo de alta demanda y elevado precio, sugiere establecer programas de capacitación relacionado con la eficiencia económica de los sistemas productivos, de manera que los actores de las localidades rurales logren discernir dentro de una diversidad de acciones, cuáles son las más ventajosas desde el punto de vista agronómico y dentro de ellas, las más económicas.

La repetición del experimento entre los años 2013 a 2014 (Figura 15), presentó rendimientos similares al experimento precedente; sin embargo, dentro de las alternativas de altos insumos, los tratamientos SMQ y SMQM fueron los de mejores resultados. Estos sistemas de manejo no posibilitan la competencia interespecífica y, por lo general, son los que aportan los mayores rendimientos, aun cuando simultáneamente provocan desequilibrio, sobre todo en la entomofauna asociada; en relación a este aspecto Nicholl y Altieri (2012), han hecho referencia de manera coincidente.

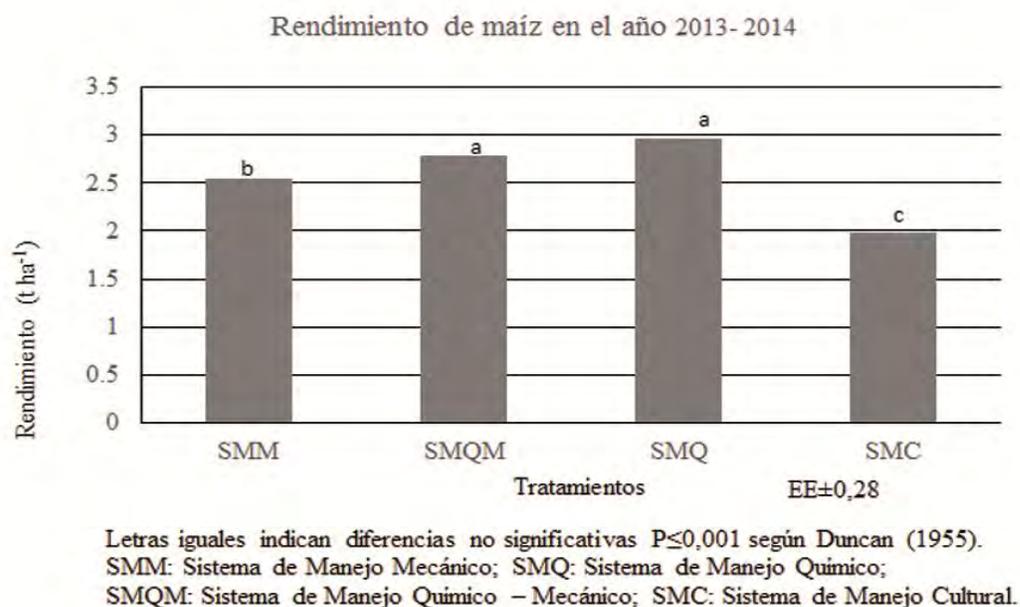


Figura 15. Rendimientos de maíz, expresados en t ha⁻¹ por tratamiento para el año 2013 a 2014.

Por otra parte, a los métodos de manejo de las arvenses por medios químicos y mecánicos motorizados se les atribuyen inconvenientes de tipo ecológico y económico respectivamente, a

diferencia de los métodos tradicionales de manejo, aunque presentan limitaciones inherentes a la escasez de mano de obra y productividad baja (Altieri, 2011). Esta problemática sugiere encontrar métodos de manejo más atractivos desde la visión económica, ecológica y sociocultural.

Sobre la base de este análisis, se pudo apreciar que todos los sistemas de manejo empleados, a excepción del SMC, fueron eficientes (Fotos 3, 4, 5, 6) al lograrse producciones cercanas a las 3 t ha⁻¹ de grano seco, algo relevante para la zona, que no rebasa las 2,5 t ha⁻¹ para los agricultores con recursos adecuados (MINADER, 2009; FAO, 2013). Como promedio de los dos experimentos no se presentaron diferencias marcadas entre los sistemas de altos insumos, lo que indica además, que cualquiera de ellos pudiera ser eficiente para obtener producciones de maíz rentables.

Sin embargo, la eficiencia de los sistemas de manejo no deben ser reflejados solamente por el rendimiento, sino que debe tenerse en cuenta los recursos disponibles al alcance del pequeño agricultor, evaluando los costos adicionales, ya sea para la adquisición de la mano de obra, para el manejo de arvenses o por los costos en productos químicos sintéticos.

El análisis integral demostró que SMC fue el tratamiento de mayor productividad, al ofertar dos productos económicos simultáneos por unidad de superficie (*Zea mays* L. y *Phaseolus vulgaris* L.) de gran utilidad para el balance alimentario familiar en la localidad y uno de ellos (el frijol), contó con un elevado precio en el mercado. En este sistema, los gastos adicionales son solamente por concepto de semilla y mano de obra; prescinde además, de los herbicidas, ubicándolo como la mejor alternativa ecológica capaz de reducir los riesgos de contaminación ambiental, lo cual está en correspondencia con la filosofía que defienden Altieri *et al.* (2007); Altieri y Nicholls (2007) y Altieri *et al.* (2012), cuando informaron que la ausencia de herbicidas caracteriza un sistema como la mejor alternativa ecológica. Por tanto, los SMC, para que sean eficientes, deben cumplir con la premisa de poseer precios económicos adecuados que garanticen rentabilidad en el sistema. No obstante, este es funcional solo cuando se dispone de suficiente fuerza de trabajo.