

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ANALISIS AGRONOMICO

Al considerar que para cada unicultivo hay opciones de alternativas de asociación, el análisis agronómico se hace en forma comparativa con ellas. Así, para el unicultivo de quinua, hay tres opciones de asociación (quinua+lenteja, quinua+haba y quinua+arveja); para el cultivo de kiwicha, también se tiene tres asociaciones (kiwicha+lenteja, kiwicha+haba y kiwicha+arveja); para el cultivo de lenteja, habrá dos asociaciones (quinua+lenteja y kiwicha+lenteja), y así sucesivamente.

Cada variable se analiza independientemente para cada localidad, debido a que se observó una marcada diferencia entre las dos localidades y el análisis de promedios a través de localidades para los tratamientos no sería lo más conveniente¹³. En Tartar se ha tenido un mayor desarrollo de los cultivos y una mayor invasión de malezas, respecto a UNC. El mayor desarrollo de los cultivos; se explica por una mayor riqueza del suelo, especialmente, en cuanto a los contenidos de materia orgánica y nitrógeno (Tabla 3.3.); de otro lado la mayor invasión de malezas en Tartar, se explicaría debido a que es un fundo de producción de manejo no intensivo, donde las malezas llegan a producir semilla botánica; mientras que UNC es un campo experimental donde en años pasados se ha tenido un mayor control de malezas.

¹³ Los procesos y cálculos estadísticos, solamente son aplicables a fenómenos cuya variación es atribuible al azar; condición que no se estaría cumpliendo con las dos localidades en estudio.

4.1.1. ASOCIACIONES DE QUINUA CON LENTEJA, HABA Y ARVEJA

a) EVALUACION DE MALEZAS

a.1. PRESENCIA: Diversidad y Redundancia.

Como indicador para la diversidad se usa el Índice de Shannon (H), mientras que como indicador de redundancia se tiene al Índice de Simpson (D). Según Tabla 4.1, los cultivos de lenteja, haba y arveja al asociarse con la quinua, no provocaron una variación significativa en cuanto a diversidad y redundancia de las malezas, esta respuesta se observó en las dos localidades en estudio; lo cual, explicaría que la siembra de las leguminosas en las interlíneas de la quinua, no ha provocado un sombreado significativo capaz de

Tabla 4.1. Índice de Shannon (H) y de Simpson (D) para malezas, respecto al cultivo de quinua. Cajamarca, 2001.

====Tratamientos	Localidad			
	UNC		Tartar	
	H	D	H	D
Quinua unicultivo	1,23A	0,36A	1,46A	0,30A
2. Quinua + lenteja	1,11A	0,48A	1,46A	0,28A
3. Quinua + haba	1,33A	0,37A	1,40A	0,28A
4. Quinua + arveja	1,11A	0,46A	1,37A	0,31A

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

Para Variable H: CV (UNC) = 19,31%; CV(Tartar)=6,72%.

Para Variable D: CV (UNC) = 25,39%; CV(Tartar)=5,46%.

alterar ya sea la presencia o el número de individuos de las especies de malezas en el sistema. Esto, al considerar que uno de los factores que influye en la supresión de las

malezas en un policultivo es el sombreado, debido a la formación de copas más densas que impiden la llegada de la luz solar hacia las malezas, respecto a un unicultivo (Liebman,1995).

a.2. PRODUCCION DE BIOMASA AEREA

Se observa diferentes respuestas en las dos localidades de estudio. En UNC, los tratamientos de quinua unicultivo y quinua+haba son estadísticamente iguales y alcanzaron una menor producción; siendo el tratamiento de quinua+arveja el que alcanzó la mayor producción. En cambio en Tartar, quinua+haba y quinua+lenteja, superaron estadísticamente al resto de tratamientos, pero se observa que el tratamiento de quinua unicultivo al igual que en UNC, tiene la producción más baja (Tabla 4.2.).

En base a estos resultados, se puede afirmar que la siembra intercalada de cualquier leguminosa (lenteja, haba o arveja), provocó un mayor desarrollo de malezas respecto al unicultivo de quinua; lo cual, se debería a que el unicultivo de quinua tuvo una supresión de malezas por sombreado ya que las líneas de siembra fueron a 0,70 m, mientras que cuando se tuvo el cultivo intercalado la distancia entre las hileras de quinua (que podrían dar el sombreado) fue a 0,80 m.

Al relacionar, las variables de la presencia con la producción de biomasa de malezas, se concluye que a pesar de que el número de especies y el número de individuos de cada especie fueron, estadísticamente, los mismos tanto en el unicultivo de quinua, como en las asociaciones; el desarrollo de las malezas fue, estadísticamente, mayor en las

Tabla 4.2. Producción biomasa de malezas en kg de materia seca/ha, respecto al cultivo de quinua. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
Quinua unicultivo	40,37 C	5 6,08 C
2. Quinua + lenteja	59,19 B	245,87 A
3. Quinua + haba	27,52 C	225,96 AB
4. Quinua + arveja	80,27 A	166,40 B

A, B, C: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
 CV (UNC) = 17,78%; CV(Tartar)=22,05%.

asociaciones, probablemente debido a una mayor captación de luz solar. Sin embargo, la mayor producción de materia seca de malezas puede ser aprovechada como forraje; lo cual, sería beneficioso para el agricultor, siempre que el rendimiento de los cultivos no estuviese afectado, negativamente, por la presencia de ellas.

b) EVALUACION DE CULTIVOS

b.1. ALTURA DE PLANTA Y LONGITUD DE PANOJA DE QUINUA

Todos los tratamientos en las dos localidades alcanzaron, estadísticamente, la misma altura de planta y la misma longitud de panoja. Entonces, se puede afirmar que las asociaciones no han influenciado para una variación significativa de estas dos variables; sin embargo, se debe admitir que sí existe una diferencia numérica en ellas (Tabla 4.3.); asimismo, es posible que hubiese otro tipo de influencia como en el grosor del tallo, formación de follaje, diámetro de panoja u otras variables, que no fueron evaluadas.

Tabla 4.3. Altura de planta (hp) y longitud de panoja (lp) en centímetros a la madurez fisiológica del cultivo de quinua. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad			
	UNC		Tartar	
	hp	lp	hp	lp
1. Quinua unicultivo	124,1A	23,5A	160,9A	37,1A
2. Quinua + lenteja	127,0A	20,9A	160,6A	38,8A
3. Quinua + haba	134,8A	25,2A	162,8A	47,1A
4. Quinua + arveja	130,4A	25,8A	160,0A	43,2 A

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

Para Variable H: CV (UNC) = 7,33%; CV(Tartar)=4,27%.

Para Variable D: CV (UNC) = 4,28%; CV(Tartar)=17,30%.

b.2. BIOMASA AEREA DE QUINUA

En las dos localidades, la biomasa aérea de quinua fue, estadísticamente, similar en todos los tratamientos (Tabla 4.4.); no obstante, que el número de plantas en unicultivo fue en un 14,4% mayor que en las asociaciones. Esta respuesta explicaría que en las asociaciones hubo un mayor desarrollo de las plantas de quinua, al estar éstas sembradas en hileras de 0,80 m respecto a la siembra en unicultivo que fue en hileras a 0,70 m.

Tabla 4.4. Producción biomasa aérea de quinua en kg de materia seca/ha. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
Quinua unicultivo	5 720,6 A	9 427,0 A
2. Quinua + lenteja	6 858,6 A	8 214,0 A
3. Quinua + haba	7 475,5 A	7 926,0 A
4. Quinua + arveja	6 169,1 A	9 205,0 A

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

CV (UNC) = 18,42%; CV(Tartar)=17,87%.

Este resultado, sugiere una ventaja de producción de biomasa en el sistema asociado, debido a que además de la quinua, se obtendría una cantidad adicional por la leguminosa.

b.3. RENDIMIENTO DE GRANO DE QUINUA

En esta variable se tuvo una respuesta similar a la producción de biomasa aérea. En las dos localidades el rendimiento de grano de quinua fue, estadísticamente, similar tanto en unicultivo como en las asociaciones (Tabla 4.5.). Es decir, que el menor número de plantas/ha (un 14,4%), en las asociaciones, no provocó una disminución del rendimiento de la quinua (al igual que biomasa aérea); lo cual se debería a que las plantas de quinua en asociación han tenido un mayor desarrollo que ha sido suficiente para cubrir el déficit de plantas, respecto a su unicultivo. Esto, muestra que la quinua no fue afectada por competencia debido a la presencia de las leguminosas que le hubiese disminuido su rendimiento de grano (**Stephen,1986**).

Tabla 4.5. Rendimiento de grano de quinua en kg /ha. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Quinua unicultivo	1 603,1 A	2 488,2 A
2. Quinua + lenteja	1 533,9 A	2 112,8 A
3. Quinua + haba	1 750,6 A	2 217,8 A
4. Quinua + arveja	1 455,0 A	2 110,3 A

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 20,41%; CV(Tartar)=16,39%.

Este resultado es interesante, debido a que las asociaciones además de producir, estadísticamente, la misma cantidad de grano de quinua que el unicultivo, producirán una cantidad adicional de lenteja, haba o arveja.

b.4. PRODUCCION DE CALORIAS

En la producción total de calorías, en las dos localidades se observa que el unicultivo de quinua así como las tres asociaciones alcanzaron, estadísticamente, los mismos valores (Tabla 4.6.); lo cual, no era de esperarse debido a que ello significa que la leguminosa no ha aportado una cantidad suficiente de calorías para que las asociaciones superen al unicultivo; dado a que los cuatro tratamientos tienen, estadísticamente, la misma producción de grano de quinua (Tabla 4.5.). Un factor que influye para esta respuesta vendría a ser que el hecho que el valor calórico de las leguminosas es menor que el de los granos andinos (ver Anexo 02); y, es probable que la respuesta sería diferente si se realizara un análisis de producción proteica, lo cual, se podría sugerir para trabajos de asociaciones con leguminosas.

Tabla 4.6. Producción de calorías por hectárea* Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Quinua + lenteja	55 963 A	77 992 A
2. Quinua + haba	68 426 A	86 459 A
3. Quinua + arveja	61 398 A	89 975 A
4. Quinua unicultivo	56 750 A	88 081 A

*: Valores de conversión del grano: 100 g de quinua=354 cal; 100 g de lenteja=331 cal; 100 g de haba=324 cal y 100 g de arveja=351 cal. (Instituto Nacional Nutrición, 1986).

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

CV (UNC) = 15,40%; CV(Tartar)=15,71%.

c) **EVALUACION DEL SUELO**

c.1. **FIJACION DE NITROGENO**

Se realizó el análisis de una muestra de suelo de las cuatro repeticiones de la localidad de Tartar, tomando como indicador el contenido de Nitrógeno Total. Asimismo, se llevó a cabo un análisis del suelo antes de la siembra de los cultivos (Tabla 3.3.).

En Tabla 4.7, se observa una tendencia hacia el incremento del nitrógeno total en las asociaciones. Respecto al análisis previo con la asociación de quinua+haba se tiene un incremento de 0,04%, mientras que en las asociaciones de quinua+lenteja y quinua+arveja el incremento fue de 0,07%. Aunque, estos resultados no tienen análisis estadístico, sugieren la hipótesis que las asociaciones tienden a incrementar el contenido de nitrógeno del suelo, lo cual podría deberse a su fijación por la asociación leguminosa-Rhizobium (CLADES,1992; Stephen,1986). De otro lado, el unicultivo de quinua, muestra un menor contenido de nitrógeno, respecto al análisis previo.

Tabla 4.7. Contenido de Nitrógeno Total del Suelo para la localidad de Tartar. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Contenido en Porcentaje
1. Quinua + lenteja	0,20
2. Quinua + haba	0,17
3. Quinua + arveja	0,20
4. Quinua unicultivo	0,14
<i>Análisis previo</i>	<i>0,15</i>

Tabla elaborada sobre la base de resultados de Análisis realizado por el Laboratorio de Servicio de Suelos de la Estación Experimental Baños del Inca, del Instituto Nacional de Investigación Agraria-INIA

c.2. HUMEDAD DEL SUELO

En esta variable no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos para ninguna de las localidades ni evaluaciones (Tabla 4.8.). Este resultado se explicaría

Tabla 4.8. Porcentaje de humedad del suelo. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
a) Primera Evaluación (Fase de Floración)		
1. Quinua + lenteja	24,03 A	30,88 A
2. Quinua + haba	23,27 A	33,51 A
3. Quinua + arveja	24,79 A	32,03 A
4. Quinua unicultivo	25,16 A	30,42 A
b) Segunda Evaluación (Fase de Maduración de Grano)		
1. Quinua + lenteja	27,04 A	29,76 A
2. Quinua + haba	26,54 A	31,23 A
3. Quinua + arveja	24,16 A	29,81 A
4. Quinua unicultivo	27,09.A	25,42 A

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

Primera Evaluación: CV(UNC) = 7,37 %; CV(Tartar)=3,90 %.

Segunda Evaluación: CV(UNC) = 11,25 %; CV(Tartar)=10,72%.

debido al exceso de humedad por lluvias que el suelo tenía en el momento de evaluación.

En conclusión, no ha sido posible determinar la respuesta de las asociaciones respecto a la capacidad de retención de humedad del suelo. Cabe mencionar que la mayor humedad del suelo en Tartar, se puede atribuir al mayor contenido de materia orgánica en comparación a UNC, también, se debe considerar que los muestreos se realizaron en diferentes fechas.

En consecuencia, en las asociaciones se ha observado algunas ventajas respecto al

unicultivo de quinua, que son las siguientes:

- i) Una mayor producción de biomasa de malezas sin disminuir la producción de biomasa ni el rendimiento de grano de la quinua; lo cual, permitiría incrementar la biomasa total del sistema, captando y aprovechando mejor la luz y los nutrientes del suelo; y,
- ii) Existe la tendencia de incrementar el nitrógeno total del suelo.

Sin embargo, las evaluaciones de ahorro de la tierra y de rentabilidad darán, más adelante, argumentos como para inferir, cuál de las asociaciones sería la mejor o mejores.

4.1.2. ASOCIACIONES DE KIWICHA CON LENTEJA, HABA Y ARVEJA

a) EVALUACION DE MALEZAS

a.1. PRESENCIA: Diversidad y Redundancia.

En UNC, se observó que las asociaciones de kiwicha con lenteja, haba o arveja no provocaron una variación significativa de las variables de diversidad y redundancia de malezas. En cambio, en la localidad de Tartar, se observó que el unicultivo de kiwicha tuvo, estadísticamente, una mayor diversidad (H) que los otros tratamientos y una menor redundancia (D), respecto al tratamiento de kiwicha+arveja (Tabla 4.9.).

El resultado sugiere que en Tartar, la presencia de la arveja en las interlíneas de la kiwicha, ha contribuido para la eliminación de las especies de malezas, respecto al unicultivo de

kiwicha. Esto, debido probablemente a que ha provocado una menor incidencia de la luz solar sobre los microambientes de las malezas (**Liebman,1995**).

Tabla 4.9. Índice de Shannon (H) y de Simpson (D) para malezas, respecto al cultivo de kiwicha. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad			
	UNC		Tartar	
	H	D	H	D
1. Kiwicha unicultivo	1,38A	0,37A	1,61A	0,25B
2. Kiwicha + lenteja	1,26A	0,37A	1,5AB	0,28AB
3. Kiwicha + haba	1,58A	0,28A	1,4AB	0,31AB
4. Kiwicha + arveja	1,74A	0,22A	1,23B	0,40A

A, B: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

Para Variable H: CV (UNC) = 15,91%; CV(Tartar)=10,72%.

Para Variable D: CV (UNC) = 24,36%; CV(Tartar)=21,34%.

De otro lado, a consecuencia de la eliminación de alguna especie de malezas, hay una mayor redundancia de las mismas en la asociación kiwicha+arveja. Así, al tomar dos plantas de malezas al azar, la probabilidad de que ambas sean de la misma especie botánica es de un 25% en el unicultivo de kiwicha y de un 40% en la asociación de kiwicha+arveja. Este resultado se explica porque la arveja tiene la capacidad de formar un dosel de mayor cobertura de suelo, respecto a lenteja y haba.

a.2. PRODUCCION DE BIOMASA AEREA

La respuesta fue diferente en las dos localidades. En UNC, el tratamiento de kiwicha+haba alcanzó una producción, estadísticamente, mayor de biomasa de malezas respecto a los

demás tratamientos; mientras que en Tartar, la mayor producción se obtuvo con kiwicha+lenteja y kiwicha unicultivo. Esto, se debería a la diferencia en la invasión de malezas en ambas localidades; como se puede apreciar en Tabla 4.10, en la localidad de Tartar se tuvo un mayor desarrollo de ellas respecto a UNC. También cabe resaltar que kiwicha+arveja, arroja una menor producción de biomasa en ambas localidades; lo cual, se debería a la capacidad de la arveja para formar un dosel sobre el suelo con una mayor cobertura que lenteja y haba, que impide en mayor grado el desarrollo de malezas.

Tabla 4.10. Producción biomasa de malezas en kg de materia seca/ha, respecto al cultivo de kiwicha. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Kiwicha unicultivo	93,39 B	756,50 AB
2. Kiwicha + lenteja	118,94 B	1 015,00 A
3. Kiwicha + haba	195,60 A	631,80 B
4. Kiwicha + arveja	132,58 B	673,80 B

A, B: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 21,02%; CV(Tartar)=17,10%.

b) EVALUACION DE CULTIVOS

b.1. ALTURA DE PLANTA Y LONGITUD DE PANOJA DE KIWICHA

En las dos localidades todos los tratamientos, estadísticamente, alcanzaron valores similares para altura de planta y longitud de panoja. Entonces, se puede decir que las asociaciones no han influenciado para una variación significativa de estas variables; sin

embargo, se debe admitir que sí existe una diferencia numérica en estas variables (Tabla 4.11.); asimismo, es posible que hubiera existido otro tipo de influencia como en el grosor del tallo, formación de follaje, diámetro de panoja u otras variables, que no fueron evaluadas.

Tabla 4.11. Altura de planta (hp) y longitud de panoja (lp) en centímetros a la madurez fisiológica del cultivo de kiwicha. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad			
	UNC		Tartar	
	hp	lp	hp	lp
1. Kiwicha unicultivo	120,3A	25,6A	146,5A	28,9A
2. Kiwicha + lenteja	118,4A	25,3A	137,3A	30,0A
3. Kiwicha + haba	109,5A	21,8A	145,4A	29,9A
4. Kiwicha + arveja	111,9A	27,0A	138,3A	30,8A

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
 Para Variable H: CV (UNC) = 11,09%; CV(Tartar)=8,35%.
 Para Variable D: CV (UNC) = 19,69%; CV(Tartar)=16,31%.

b.2. BIOMASA AEREA DE KIWICHA

En UNC, la biomasa aérea de kiwicha fue estadísticamente similar al ser cultivada ya sea en unicultivo o en asociación; es decir, las asociaciones no afectaron a esta variable. En cambio en Tartar, la asociación de kiwicha+lenteja, tuvo estadísticamente una menor producción respecto a los otros tratamientos (Tabla 4.12.). En este último caso, al considerar que en las asociaciones hubo una menor población de plantas de kiwicha (un 14,4%), respecto al unicultivo; se puede decir que la producción de biomasa aérea de kiwicha estuvo afectada por la lenteja (lo cual, tiene cierta relación con la mayor producción de biomasa de malezas); lo cual, no ocurrió con haba y arveja. En tal sentido,

los tratamientos de kiwicha+haba y kiwicha+arveja, merecerían la atención; dado a que el cultivo de kiwicha sufrió un cierto retraso (durante el estadio de inicio de ramificación debido a la ocurrencia de heladas); lo cual, probablemente haya favorecido un mayor desarrollo de la leguminosa que estaba en asociación; y aún así, la kiwicha ha alcanzado un buen desarrollo.

Tabla 4.12. Producción biomasa aérea de kiwicha en kg de materia seca/ha. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Kiwicha unicultivo	4 208,3 A	9 798,0 A
2. Kiwicha + lenteja	3 407,8 A	5 817,0 B
3. Kiwicha + haba	3 006,2 A	10 005,0 A
4. Kiwicha + arveja	3 446,4 A	7 238,0 AB

A, B: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 23,60%; CV(Tartar)=22,33%.

b.3. RENDIMIENTO DE GRANO DE KIWICHA

El rendimiento de grano de kiwicha fue similar a la respuesta de quinua. En las dos localidades, el rendimiento de la kiwicha fue estadísticamente similar para todos los tratamientos (Tabla 4.13.). Es decir, que el menor número de plantas/ha (14,4%), en las asociaciones no provocó una disminución del rendimiento de grano de esta especie. Esto, se debería a que las plantas de kiwicha en asociación han tenido un mayor desarrollo que ha sido suficiente para cubrir el déficit de plantas, respecto al unicultivo; es decir, que para la kiwicha no existió competencia por parte de las leguminosas que hubiesen causado una merma en su rendimiento (**Stephen,1986**).

Al igual que para el cultivo de quinua, este resultado es interesante, debido a que las asociaciones además de producir, estadísticamente, la misma cantidad de grano de kiwicha que el unicultivo, producirán una cantidad adicional de lenteja, haba o arveja.

Tabla 4.13. Rendimiento de grano de kiwicha en kg/ha. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Kiwicha unicultivo	1052,5 A	1656,2 A
2. Kiwicha + lenteja	1034,4 A	1633,2 A
3. Kiwicha + haba	1084,0 A	1817,7 A
4. Kiwicha + arveja	1217,6 A	1852,4 A

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 21,61%; CV(Tartar)=13,73%.

b.4. PRODUCCION DE CALORIAS

En esta variable, se observa tendencias parecidas para las dos localidades. En UNC, la asociación kiwicha+arveja supera, estadísticamente, al resto de tratamientos; y, en Tartar, también kiwicha+arveja conjuntamente con kiwicha+haba han alcanzado la mayor producción calórica (Tabla 4.14.).

Tabla 4.14. Producción de calorías por hectárea* Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Kiwicha + lenteja	39 944 B	65 154 B
2. Kiwicha + haba	52 729 B	86 183 A
3. Kiwicha + arveja	68 165 A	86 150 A
4. Kiwicha unicultivo	38 522 B	60 616 B

*: Valores de conversión del grano: 100 g de kiwicha=366 cal; 100 g de lenteja=331 cal; 100 g de haba=324 cal y 100 g de arveja=351 cal. (Instituto Nacional Nutrición, 1986).

A, B: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 18,24%; CV(Tartar)=13,37%.

El resultado muestra que las asociaciones de kiwicha+arveja y kiwicha+haba, tienen ventaja en producción calórica frente al unicultivo de kiwicha; por lo cual, estas asociaciones serían más recomendables para condiciones de agricultura campesina cuya producción se destina, mayormente, al autoconsumo.

c) EVALUACION DEL SUELO

c.1. FIJACION DE NITROGENO

Según Tabla 4.15, existe una tendencia hacia el incremento del nitrógeno total del suelo en la asociación de kiwicha+arveja, que se ha incrementado en 0,05% respecto al análisis previo. De otro lado, se observa que los otros tratamientos también muestran un valor mayor en 0,02% que el análisis previo; sin embargo, al final del experimento, las asociaciones de kiwicha+lenteja y kiwicha+haba, tuvieron igual contenido de Nitrógeno que el unicultivo de kiwicha; lo cual, pone en duda la capacidad de fijación de nitrógeno de estas dos asociaciones.

Tabla 4.15. Contenido de Nitrógeno Total del suelo para la localidad de Tartar. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Contenido en Porcentaje
1. Kiwicha + lenteja	0,17
2. Kiwicha + haba	0,17

3. Kiwicha + arveja	0,20
4. Kiwicha unicultivo	0,17
<i>Análisis previo</i>	<i>0,15</i>

=====

===

Tabla elaborada sobre la base de resultados de Análisis realizado por el Laboratorio de Servicio de Suelos de la Estación Experimental Baños del Inca, del Instituto Nacional de Investigación Agraria. INIA

c.2. HUMEDAD DEL SUELO

En esta variable no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos para ninguna de las evaluaciones, ni localidades (Tabla 4.16.). Este resultado se explicaría debido al exceso de humedad del suelo durante el momento de evaluación. Por tanto, no fue posible evaluar la respuesta de las asociaciones respecto a la capacidad de retención de humedad del suelo. La mayor humedad del suelo de la localidad de Tartar, se puede atribuir a su mayor contenido de materia orgánica en comparación al suelo de UNC, asimismo, se debe considerar que los muestreos se realizaron en diferentes días para las localidades.

Tabla 4.16. Porcentaje de humedad del suelo. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
a) Primera Evaluación (Fase de Floración)		
1. Kiwicha + lenteja	22,70 A	30,99 A
2. Kiwicha + haba	21,75 A	26,94 A
3. Kiwicha + arveja	20,80 A	31,09 A
4. Kiwicha unicultivo	22,84 A	27,89 A
b) Segunda Evaluación (Fase de Maduración de Grano)		
1. Kiwicha + lenteja	27,82 A	29,06 A
2. Kiwicha + haba	25,02 A	27,66 A
3. Kiwicha + arveja	25,76 A	29,97 A
4. Kiwicha unicultivo	24,22 A	29,93 A

=====

===

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

Primera Evaluación: $CV(UNC) = 7,64 \%$; $CV(Tartar)=7,38\%$.
Segunda Evaluación: $CV(UNC) = 10,69 \%$; $CV(Tartar)=6,22 \%$.

En conclusión, respecto al unicultivo de kiwicha, las asociaciones tuvieron un comportamiento, que se puede describir de la siguiente manera:

- i)** Hay evidencia (localidad de Tartar), de que la arveja al asociarse con la kiwicha contribuye a la eliminación significativa de algunas especies de malezas.
- ii)** El cultivo de lenteja al asociarse con la kiwicha, influyó para una alta producción de biomasa aérea de malezas (Tartar); también provocó una menor producción de biomasa aérea de la kiwicha y una menor producción calórica que las otras asociaciones; por lo cual, la asociación kiwicha+lenteja no ha mostrado un buen performance.
- iii)** Las asociaciones de kiwicha+haba y kiwicha+arveja, han mostrado una menor producción de biomasa de malezas (Tartar); asimismo presentaron una mayor producción calórica; lo cual, significa que los cultivos de haba y arveja aportaron una cantidad significativa de calorías al sistema.
- iv)** Hay evidencia de que la arveja asociada a la kiwicha, ha contribuido en la fijación de nitrógeno atmosférico al suelo.

Por lo tanto, se puede concluir que desde el punto de vista agronómico, las asociaciones kiwicha+arveja y kiwicha+haba son las más interesantes.

4.1.3. ASOCIACIONES DE LENTEJA CON QUINUA Y KIWICHA

a) EVALUACION DE MALEZAS

a.1. PRESENCIA DE MALEZAS: Diversidad y Redundancia.

En el cultivo de lenteja, se observó que su asociación con quinua o kiwicha, no provocó variación significativa para las variables de diversidad (H) y redundancia (D) de malezas (Tabla 4.17.), en ninguna de las localidades de estudio.

Tabla 4.17. Índice de Shannon (H) y de Simpson (D) para malezas, respecto al cultivo de lenteja. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad			
	UNC		Tartar	
	H	D	H	D
1. Lenteja unicultivo	1,45A	0,37A	1,68A	0,20A
2. Kiwicha + lenteja	1,26A	0,37A	1,46A	0,28A
3. Quinua + lenteja	1,11A	0,48A	1,46A	0,28A

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

Para Variable H: CV (UNC) = 23,45%; CV(Tartar)=17,81%.

Para Variable D: CV (UNC) = 36,26%; CV(Tartar)=31,55%.

a.2. PRODUCCION DE BIOMASA AEREA

En esta variable se observa la tendencia de que las asociaciones disminuyen su valor. En UNC, las asociaciones disminuyeron, significativamente, la producción de biomasa de malezas; mientras que en Tartar solo el tratamiento de quinua+lenteja disminuyó, significativamente, este valor (Tabla 4.18.). Esta respuesta se debe a que las plantas de

Tabla 4.18. Producción biomasa de malezas en kg de materia seca/ha, respecto al cultivo de lenteja. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar

	UNC	Tartar
1. Lenteja unicultivo	208,15 A	840,71 A
2. Kiwicha + lenteja	118,94 B	1 014,98 A
3. Quinoa + lenteja	59,19 B	245,87 B

A, B: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 14,65%; CV(Tartar)=16,93%.

quinua o kiwicha proporcionan un sombreado al formar copas más densas que el unicultivo de lenteja, que interceptan la luz solar impidiendo el desarrollo óptimo de las malezas (Liebman,1995).

b) EVALUACION DE CULTIVOS

b.1. ALTURA DE PLANTA DE LENTEJA

Al evaluar la altura de planta de lenteja, se observa que en todos los tratamientos y en las dos localidades, esta especie alcanzó, estadísticamente, la misma altura de planta (Tabla 4.19.); sin embargo, es posible, que las asociaciones hayan influido en otras variables no evaluadas como vigor de planta, floración, formación de grano, etc.

Tabla 4.19. Altura de planta en centímetros a la madurez fisiológica del cultivo de lenteja. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Lenteja unicultivo	28,1A	34,9A
2. Quinoa + lenteja	25,2A	27,0A
3. Kiwicha + lenteja	29,4A	32,6A

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

CV (UNC) = 7,74%; CV(Tartar)=11,19%.

b.2. BIOMASA AEREA DE LENTEJA

La producción de biomasa de lenteja en los tratamientos de asociación fue estadísticamente menor que en unicultivo. Esta respuesta se obtuvo en las dos localidades; siendo lo esperado, y se explica por el menor número de plantas/ha de las asociaciones (el unicultivo tuvo un 50% más de plantas que la asociación), así como, al sombreado provocado por

Tabla 4.20. Producción biomasa aérea de lenteja en kg de materia seca/ha. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Lenteja unicultivo	1 575,00 A	4 343,20 A
2. Kiwicha + lenteja	548,20 B	1 069,40 B
3. Quinua + lenteja	251,30 B	796,60 B

A, B: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 28,97%; CV(Tartar)=24,29%.

las plantas de quinua y kiwicha, que ha influenciado negativamente en el desarrollo de la leguminosa. De otro lado, con las dos asociaciones se obtuvo, estadísticamente, una producción similar de biomasa aérea de lenteja (Tabla 4.20).

b.3. RENDIMIENTO DE GRANO DE LENTEJA

En esta variable, el unicultivo arrojó un valor, estadísticamente, mayor que las asociaciones;

mientras que las dos asociaciones fueron similares (Tabla 4.21.). Esta respuesta era de esperarse, ya que la lenteja en asociación tiene una población menor (50%) de plantas/ha respecto al unicultivo; y de otro lado, el sombreado de quinua y kiwicha ha influido, negativamente, en desarrollo de la lenteja por efecto de la competencia, fenómeno que según **Peralta et al, (1998)**, da como resultado la disminución del rendimiento.

Tabla 4.21. Rendimiento de grano de lenteja en kg/ha. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Lenteja unicultivo	368,75 A	712,25 A
2. Kiwicha + lenteja	63,00 B	162,50 B
3. Quinua + lenteja	50,25 B	96,62 B

A, B: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 21,59%; CV(Tartar)=24,64%.

b.4. PRODUCCION DE CALORIAS

En cuanto a la producción calórica total, se observa la misma tendencia en las dos localidades. Las asociaciones superaron al unicultivo de lenteja; y, entre las asociaciones, la siembra de quinua+lenteja superó estadísticamente a kiwicha+lenteja

Tabla 4.22. Producción de calorías por hectárea* Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar

	UNC	Tartar
1. Quinoa + lenteja	55 963 A	77 992 A
2. Kiwicha + lenteja	39 944 B	65 154 B
3. Lenteja unicultivo	12 206 C	23 575 C

===
 *: Valores de conversión del grano: 100 g de quinua=354 cal; 100 g de kiwicha=366 cal; 100 g de lenteja=331 cal. (Instituto Nacional Nutrición, 1986).

A, B, C: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
 CV (UNC) = 11,67%; CV(Tartar)=14,10%.

(Tabla 4.22.); por lo cual, la asociación de quinua+lenteja sería la más promisorias; sin embargo, se debe considerar que esta asociación tiene una menor producción de lenteja (Tabla 4.21.), siendo el mayor aporte calórico debido a la producción de la quinua.

c) NODULACION DE LENTEJA

La nodulación en lenteja fue relativamente baja. En Tabla 4.23, se observa que el número de nódulos efectivos por planta, no varió significativamente para las dos localidades, ya sea en unicultivo como en las asociaciones; lo cual, hace suponer que el sombreado de los granos andinos no tiene un efecto negativo sobre la nodulación de este especie; pero se debe considerar que la nodulación fue baja, probablemente, debido a la alta humedad del suelo por efecto de las precipitaciones, durante la mayor parte del cultivo.

Tabla 4.23. Número de nódulos efectivos por planta en el cultivo de lenteja. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Lenteja unicultivo	3,34 A	4,25 A
2. Kiwicha + lenteja	6,43 A	3,70 A
3. Quinoa + lenteja	4,08 A	5,30 A

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 30,05%; CV(Tartar)=27,86%.

d) EVALUACION DEL SUELO

d.1. FIJACION DE NITROGENO

No obstante, de no haber una diferencia significativa en el número de nódulos efectivos por planta; en la evaluación del Nitrógeno Total del suelo se observa respuestas poco esperadas. Las asociaciones presentan un mayor contenido de nitrógeno, respecto al unicultivo de lenteja y al análisis previo (Tabla 4.24.), kiwicha+lenteja y quinua+lenteja presentan incrementos de 0,02 y 0,05% respecto al análisis previo, respectivamente;

Tabla 4.24. Contenido de Nitrógeno Total del suelo para la localidad de Tartar. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Contenido en Porcentaje
1. Lenteja unicultivo	0,14
2. Quinua + lenteja	0,20
3. Kiwicha + lenteja	0,17
<i>Análisis previo</i>	<i>0.15</i>

Tabla elaborada sobre la base de resultados de Análisis realizado por el Laboratorio de Servicio de Suelos de la Estación Experimental Baños del Inca, del Instituto Nacional de Investigación Agraria. INIA

mientras que el unicultivo de lenteja ha disminuido en 0,01% respecto al análisis previo.

Por lo cual, no es posible admitir alguna respuesta útil en esta variable; debido probablemente a errores de muestreo o causas desconocidas.

d.2. HUMEDAD DEL SUELO

En esta variable no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos para ninguna de las evaluaciones, ni localidades (Tabla 4.25.). Este resultado se explicaría debido al exceso de humedad del suelo al momento del muestreo; por lo cual, no fue posible evaluar la respuesta de las asociaciones respecto a la capacidad de retención de humedad del suelo. Cabe mencionar que la mayor humedad del suelo de la localidad de Tartar, se puede atribuir a su mayor contenido de materia orgánica en comparación al suelo de UNC, asimismo, se debe considerar que los muestreos se realizaron en diferentes días para las localidades.

Tabla 4.25. Porcentaje de humedad del suelo. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
a) Primera Evaluación (Fase de Floración)		
1. Quinua + lenteja	24,03 A	30,88 A
2. Kiwicha + lenteja	22,70 A	30,99 A
3. Lenteja unicultivo	19,34 A	31,93 A
b) Segunda Evaluación (Fase de Maduración de Grano)		
1. Quinua + lenteja	27,04 A	29,76 A
2. Kiwicha + lenteja	27,82 A	29,06 A
3. Lenteja unicultivo	25,39 A	30,72 A

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

Primera Evaluación: CV(UNC) = 13,15 %; CV(Tartar)=4,10 %.

Segunda Evaluación: CV(UNC) = 7,92 %; CV(Tartar)=3,26 %.

En conclusión, respecto al unicultivo de lenteja, las asociaciones tuvieron un comportamiento, que se puede describir de la siguiente manera:

- i) La quinua, al asociarse con lenteja, disminuyó significativamente la biomasa de malezas, aún sin variar la presencia de las mismas.
- ii) El cultivo de lenteja al asociarse con quinua y kiwicha, alcanzó una similar producción en biomasa aérea y grano; sin embargo, la asociación de quinua+lenteja alcanzó una mayor producción calórica respecto a la asociación de kiwicha+lenteja.

De lo observado, se puede decir, que la asociación de quinua+lenteja, ha resultado con mejor performance; sin embargo, será necesario evaluar su respuesta respecto al ahorro de la tierra y la rentabilidad económica.

4.1.4. ASOCIACIONES DE HABA CON QUINUA Y KIWICHA

a) EVALUACION DE MALEZAS

a.1. PRESENCIA DE MALEZAS: Diversidad y Redundancia.

Se observó una respuesta similar al cultivo de lenteja. En las dos localidades la asociación del haba ya sea con quinua o kiwicha, no provocó variación significativa para las variables de diversidad (H) y redundancia (D) de malezas, respecto a su unicultivo. (Tabla 4.26.); sin embargo, numéricamente, en UNC, las asociaciones muestran valores más altos para diversidad y una menor redundancia, respecto al unicultivo; mientras que en Tartar ocurrió lo contrario; esto, probablemente a la diferencia del stock de semillas de malezas existentes en el suelo de las dos localidades. En años anteriores, en UNC, por tratarse de un campo experimental el control de malezas ha sido más riguroso mientras que en el fundo Tartar, su control ha sido menos eficiente.

Tabla 4.26. Índice de Shannon (H) y de Simpson (D) para malezas, respecto al cultivo de haba. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad			
	UNC		Tartar	
	H	D	H	D
1. Haba unicultivo	0,96A	0,52A	1,50A	0,25A
2. Kiwicha + haba	1,58A	0,28A	1,36A	0,31A
3. Quinua + haba	1,33A	0,37A	1,40A	0,28A

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

Para Variable H: CV (UNC) = 23,89%; CV(Tartar)=13,62%.

Para Variable D: CV (UNC) = 33,01%; CV(Tartar)=24,42%.

a.2. PRODUCCION DE BIOMASA AEREA

Se observa la misma respuesta en las dos localidades (Tabla 4.27.). Ambas asociaciones, tienen estadísticamente, una menor producción de biomasa de malezas que el unicultivo; siendo entre ellas quinua+haba, la de menor producción. Esto, se puede explicar a que la formación de copas densas de la quinua o kiwicha, ha disminuido la entrada de luz solar hacia la superficie del suelo, reduciendo el desarrollo de las malezas a efecto de la competencia (**Peralta et al,1998**).

Tabla 4.27. Producción biomasa de malezas en kg de materia seca/ha, respecto al cultivo de haba. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Haba unicultivo	281,06 A	1 033,13 A
2. Kiwicha + haba	195,60 B	631,79 B
3. Quinua + haba	27,52 C	225,96 C

A, B, C: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

CV (UNC) = 11,57%; CV(Tartar)=13,74%.

b) EVALUACION DE CULTIVOS

b.1. ALTURA DE PLANTA DE HABA

En esta variable todos los tratamientos, estadísticamente, alcanzaron la misma altura de planta; respuesta que se ha dado en las dos localidades (Tabla 4.28.); sin embargo, es posible, que las asociaciones hayan influido en otras variables no evaluadas como vigor de planta, floración, formación de grano, etc.

Tabla 4.28. Altura de planta en centímetros a la madurez fisiológica del cultivo de haba. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Haba unicultivo	97,50A	89,00A
2. Quinoa + haba	93,20A	89,60A
3. Kiwicha + haba	91,00A	83,20A

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 11,70%; CV(Tartar)=3,44%.

b.2. BIOMASA AEREA DE HABA

En esta variable, el unicultivo de haba fue estadísticamente superior a las asociaciones, debido al mayor número de plantas/ha; pues, las asociaciones tuvieron un 50% de plantas menos que el unicultivo. Respuesta que era la esperada y se mostró en las dos localidades.

En cuanto a las asociaciones, en la localidad de UNC, el haba alcanzó una producción de biomasa aérea estadísticamente similar tanto con kiwicha como con quinoa (sin embargo, kiwicha+haba tuvo 427,3 kg/ha más que quinoa+haba); en cambio, en Tartar su asociación con kiwicha, provocó una mayor producción de biomasa aérea (Tabla 4.29.); esto, probablemente debido a que en Tartar se tuvo una mayor riqueza de nutrientes del suelo que provocó un mayor desarrollo de este cultivo. La mayor producción del haba al

asociarse con kiwicha, se explica porque la kiwicha fue afectada por heladas (que retrasó su desarrollo, disminuyendo su competencia con el haba durante la fase de crecimiento vegetativo), lo cual no ocurrió con quinua; y, porque morfológicamente tiene una menor altura de planta (Tabla 4.3 y 4.11); provocando un menor sombreadamiento.

Tabla 4.29. Producción biomasa aérea de haba en kg de materia seca/ha. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
Haba unicultivo	2 398,40 A	5 267,50 A
2. Kiwicha + haba	1 183,80 B	2 266,60 B
3. Quinua + haba	756,50 B	361,60 C

A, B, C: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 32,32%; CV(Tartar)=20,66%.

b.3. RENDIMIENTO DE GRANO DE HABA

Se observó la misma respuesta que para producción de su biomasa aérea. El rendimiento de grano de haba fue estadísticamente superior en unicultivo; lo cual, era de esperarse debido al mayor número de plantas/ha. Entre las asociaciones, en UNC, el haba alcanzó un rendimiento, estadísticamente, similar para los dos granos andinos (pero, kiwicha+haba rindió 203,69 kg/ha, más que quinua+haba); mientras que en Tartar, kiwicha+haba superó, estadísticamente, a quinua+haba (Tabla 4.30). El mayor rendimiento del haba al asociarse con kiwicha, se explica debido a su menor altura de planta que la quinua, provocando una menor competencia por luz; así como también porque la kiwicha tuvo un retraso por la ocurrencia de heladas cuando estaba en inicio de ramificación, lo cual provocó un mayor desarrollo del haba al asociarse con esta especie, en comparación a la quinua. En todo

caso, se puede decir que el sombreado de la quinua, afectó en mayor grado al haba, en comparación al de kiwicha.

Tabla 4.30. Rendimiento de grano de haba en kg/ha. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Haba unicultivo	983,02 A	1 160,10 A
2. Kiwicha + haba	402,95 B	606,60 B
3. Quinoa + haba	199,26 B	245,30 C

A, B, C: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 23,50%; CV(Tartar)=29,11%.

b.4. PRODUCCION DE CALORIAS

En la producción total de calorías, se observa una clara ventaja de las asociaciones respecto al unicultivo. Entre las asociaciones, en UNC, quinua+haba superó estadísticamente a kiwicha+haba; pero en la localidad de Tartar, ambas asociaciones fueron estadísticamente similares; pero siempre superiores al unicultivo de haba (Tabla 4.31.); por lo cual, se podría manifestar que las dos asociaciones han tenido mejor performance que el unicultivo de haba. La mayor producción alcanzada en Tartar se puede atribuir a la influencia del medio ambiente, debido principalmente a mayores niveles de fertilidad del suelo (Tabla 3.3).

Tabla 4.31. Producción de calorías por hectárea*. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Quinoa + haba	68 426 A	86 459 A

2. Kiwicha + haba	52 729 B	86 183 A
3. Haba unicultivo	31 850 C	37 588 B

=====
 *: Valores de conversión del grano: 100 g de quinua=354 cal; 100 g de kiwicha=366 cal; 100 g de haba=324 cal. (Instituto Nacional Nutrición, 1986).

A, B, C: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
 CV (UNC) = 4,17%; CV(Tartar)=4,62%.

c) NODULACION DE HABA

En UNC, la formación de nódulos efectivos por el haba fue, estadísticamente, menor cuando se asoció con la quinua; en cambio en Tartar, no hubo diferencia estadística para esta variable entre los tres tratamientos (Tabla 4.32.). La tendencia hacia una menor nodulación del haba asociada a la quinua, se explicaría por el mayor sombreado existente provocado por esta última; asimismo, esta menor nodulación también tiene relación con el menor desarrollo del haba que provocó una disminución de su biomasa aérea (Tabla 4.29).

Tabla 4.32. Número de nódulos efectivos por planta en el cultivo de haba. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
Haba unicultivo	56,75 A	32,05 A
2. Kiwicha + haba	43,58 AB	46,35 A
3. Quinua + haba	24,58 B	30,95 A

=====
A, B: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
 CV (UNC) = 23,31%; CV(Tartar)=17,61%.

d) EVALUACION DEL SUELO

d.1. FIJACION DE NITROGENO

En Tabla 4.33, se observa que los tres tratamientos incrementaron el nitrógeno total del suelo respecto al análisis previo. En el unicultivo de haba, se tuvo un incremento de 0,05%; mientras que en las asociaciones este valor fue de 0,02%. Lo cual, nos llevaría a inferir que el haba ha contribuido a elevar el contenido de nitrógeno del suelo.

Tabla 4.33. Contenido de Nitrógeno Total del suelo para la localidad de Tartar. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Contenido en Porcentaje
1. Quinoa + haba	0,17
2. Kiwicha + haba	0,17
3. Haba unicultivo	0,20
<i>Análisis previo</i>	<i>0,15</i>

Tabla elaborada sobre la base de resultados de Análisis realizado por el Laboratorio de Servicio de Suelos de la Estación Experimental Baños del Inca, del Instituto Nacional de Investigación Agraria. INIA

d.2. HUMEDAD DEL SUELO

En esta variable no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos para ninguna de las evaluaciones ni localidades (Tabla 4.34.). Este resultado se explicaría debido al exceso de humedad por efecto de precipitaciones, que existió al momento del muestreo del suelo; por lo cual, no fue posible evaluar la respuesta de las asociaciones

Tabla 4.34. Porcentaje de humedad del suelo. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
a) Primera Evaluación (Fase de Floración)		
1. Quinoa + haba	23,27 A	33,51 A
2. Kiwicha + haba	21,75 A	26,94 A
3. Haba unicultivo	21,64 A	30,35 A

b) Segunda Evaluación (Fase de Maduración de Grano)

1. Quinua + haba	26,54 A	31,23 A
2. Kiwicha + haba	25,02 A	27,66 A
3. Haba unicultivo	22,42 A	28,94 A

A, B: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

Primera Evaluación: CV(UNC) = 6,59 %; CV(Tartar)=5,02 %.

Segunda Evaluación: CV(UNC) = 16,02 %; CV(Tartar)=8,98 %.

respecto a la capacidad de retención de humedad del suelo. La mayor humedad del suelo de la localidad de Tartar, se puede atribuir a su mayor contenido de materia orgánica en comparación al suelo de UNC, asimismo, se debe considerar que los muestreos se realizaron en diferentes días para las localidades.

En conclusión, respecto al unicultivo de haba, las asociaciones tuvieron un comportamiento, que se puede describir de la siguiente manera:

- i) Los cultivos de quinua y kiwicha, al asociarse con haba, disminuyen significativamente la biomasa aérea de malezas, aún sin variar la presencia de las mismas.
- ii) El cultivo de haba al asociarse con quinua tuvo una menor producción de biomasa aérea y rendimiento de grano que al asociarse con kiwicha; sin embargo, ambas asociaciones produjeron una similar producción calórica, que fue a la vez superior a la producción calórica del unicultivo de haba.

iii) Hay evidencia para suponer que el cultivo de haba, tanto en unicultivo como en asociación, ha contribuido al incremento del contenido de nitrógeno del suelo.

De lo observado, se puede concluir que las dos asociaciones: quinua+haba y kiwicha+haba, son interesantes agronómicamente; sin embargo, será necesario realizar los análisis de ahorro de la tierra y de rentabilidad económica.

4.1.5. ASOCIACIONES DE ARVEJA CON QUINUA Y KIWICHA

a) EVALUACION DE MALEZAS

a.1. PRESENCIA DE MALEZAS: Diversidad y Redundancia

Para el cultivo de arveja, se observa que sus asociaciones con quinua y kiwicha tienen una influencia significativa en la diversidad y redundancia de malezas. En UNC, la asociación de kiwicha+arveja tuvo, estadísticamente, una mayor diversidad (H) y una menor redundancia respecto a los otros dos tratamientos. De otro lado, en la localidad de Tartar, la arveja en unicultivo tuvo, estadísticamente, la menor diversidad de malezas, pero los tres tratamientos presentaron la misma redundancia (Tabla 4.35.). De estos resultados, se puede inferir que la diversidad de malezas se incrementaría al asociar la arveja con los granos andinos; mientras que el unicultivo de arveja, conllevaría a eliminar algunas especies de

Tabla 4.35. Índice de Shannon (H) y de Simpson (D) para malezas, respecto al cultivo de arveja. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad			
	UNC		Tartar	
	H	D	H	D
Arveja unicultivo	1,04 ^B	0,47 ^A	0,93 ^B	0,45 ^A
2. Kiwicha + arveja	1,74 ^A	0,22 ^B	1,23 ^A	0,40 ^A
3. Quinua + arveja	1,11 ^B	0,46 ^A	1,37 ^A	0,31 ^A

A, B: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
Para Variable H: CV (UNC) = 4.99%; CV(Tartar)=5.58%.

Para Variable D: $CV(UNC) = 8,56\%$; $CV(Tartar) = 25,17\%$.

malezas del sistema; este aspecto, es interesante por cuanto, la arveja en unicultivo podría ser considerada como un cultivo apropiado para ecosistemas enmalezados; lo cual, puede ser atribuible a su capacidad de formar un dosel de amplia cobertura sobre el suelo.

a.2. PRODUCCION DE BIOMASA AEREA

En esta variable, se observa que en las dos localidades la quinua al asociarse con arveja disminuyó significativamente la producción de biomasa de malezas. De otro lado, la arveja en unicultivo en UNC, fue estadísticamente igual a quinua+arveja; pero en Tartar resultó ser igual a la asociación kiwicha+arveja (Tabla 4. 36). La respuesta de la quinua, sería debido a que esta especie llegó a reprimir el desarrollo de las malezas en un mayor grado que los otros tratamientos (no obstante que ha contribuido -al igual que la kiwicha-, para una mayor diversidad de las mismas) (Tabla 4.35.). Esto se debería a la formación de copas densas de quinua que han disminuido la entrada de luz a la superficie del suelo (la quinua alcanzó mayor altura de planta que kiwicha, Tablas 4.3 y 4.11).

Tabla 4.36. Producción biomasa de malezas en kg de materia seca/ha, respecto al cultivo de Arveja. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
Arveja unicultivo	102,68 AB	619,68 A
2. Kiwicha + arveja	132,58 A	673,82 A
3. Quinua + arveja	80,27 B	166,40 B

A, B: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
 $CV(UNC) = 19,29\%$; $CV(Tartar) = 14,27\%$.

b) EVALUACION DE CULTIVOS

b.1. ALTURA DE PLANTA DE ARVEJA

En las dos localidades la arveja alcanzó, estadísticamente, similar altura de planta en todos los tratamientos (Tabla 4.37.); sin embargo, es posible, que las asociaciones hayan influido en otras variables que no fueron evaluadas como el vigor de planta, floración, formación del grano, etc.

Tabla 4.37. Altura de planta en centímetros a la madurez fisiológica del cultivo de arveja Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
Arveja unicultivo	111,10A	99,40A
2. Quinoa + arveja	105,30A	105,40A
3. Kiwicha + arveja	109,20A	94,10A

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
 CV (UNC) = 5,83%; CV(Tartar)=2,48%.

b.2. BIOMASA AEREA DE ARVEJA

Según Tabla 4.38, existe la misma tendencia en las dos localidades; el unicultivo de arveja, (al igual que para lenteja y haba), ha producido mayor biomasa aérea; lo cual, era lo esperado, puesto que tiene una mayor población de plantas de arveja que los tratamientos

de asociación (las asociaciones tienen la mitad del número de plantas que el unicultivo). En cuanto a las asociaciones en ambas localidades se observa que quinua+arveja ha producido, estadísticamente, menor biomasa aérea de arveja que kiwicha+arveja. Esto se explicaría, porque la quinua ha formado copas más densas, provocando un mayor sombreado en comparación a la kiwicha; pues, como se ha indicado anteriormente, esta última especie, además de tener una menor altura de planta, fue afectada por heladas que provocaron un retraso en su desarrollo.

Tabla 4.38. Producción biomasa aérea de arveja en kg de materia seca/ha. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
Arveja unicultivo	1 813,70 A	3 863,40 A
2. Kiwicha + arveja	915,70 B	1 696,50 B
3. Quinua + arveja	222,30 C	876,80 C

A, B, C: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 21,83%; CV(Tartar)=17,19%.

b.3. RENDIMIENTO DE GRANO DE ARVEJA

La respuesta del rendimiento de grano de arveja fue idéntica al de su producción de biomasa aérea. En ambas localidades se observa un rendimiento, estadísticamente, superior en el

Tabla 4.39. Rendimiento de grano de arveja en kg/ha. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad
--------------	-----------

	UNC	Tartar
Arveja unicultivo	1 260,70 A	1 154,40 A
2. Kiwicha + arveja	672,40 B	522,80 B
3. Quinoa + arveja	281,80 C	435,10 C

====

A, B, C: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 26,54%; CV(Tartar)=29,87%.

unicultivo, lo cual era lo esperado debido a un mayor número de plantas/ha. Asimismo, la arveja alcanzó un rendimiento, estadísticamente, superior al asociarse con la kiwicha respecto a su asociación con quinua (Tabla 4.39.). Esta respuesta se explicaría debido a que la kiwicha provocó un menor sombreado y competencia por luz, en comparación a la quinua.

b.3. PRODUCCION DE CALORIAS

Al analizar la producción total de calorías se observa una clara ventaja de las asociaciones respecto al unicultivo. En cuanto a las asociaciones, en las dos localidades, éstas fueron estadísticamente, similares; pero siempre superiores al unicultivo de arveja (Tabla 4.40.); esto, no obstante que el rendimiento de grano de arveja fue estadísticamente superior en la asociación de kiwicha+arveja en comparación de quinua+arveja. Es decir, que la quinua, ha tenido un aporte importante en la producción calórica de la asociación quinua+arveja. Según este resultado, las dos asociaciones son interesantes por posibilitar una mayor producción calórica al sistema.

Tabla 4.40. Producción de calorías por hectárea*. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad
--------------	-----------

	UNC	Tartar
1. Kiwicha + arveja	68 165 A	86 150 A
2. Quinua + arveja	61 398 A	89 975 A
3. Arveja unicultivo	44 251 B	40 520 B

====

*: Valores de conversión del grano: 100 g de quinua=354 cal; 100 g de kiwicha=366 cal; 100 g de arveja=351 cal. (Instituto Nacional Nutrición, 1986).

A, B: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 13,01%; CV(Tartar)=14,23%.

c) NODULACION DE LAS LEGUMINOSAS

La respuesta de nodulación en el cultivo de arveja fue similar al cultivo de haba. En ambas localidades de estudio, se observa que la arveja ha alcanzado una nodulación, estadísticamente, similar tanto en unicultivo como en las asociaciones (Tabla 4.41.).

Tabla 4.41. Número de nódulos efectivos en el cultivo de arveja. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	-----	
	UNC	Tartar
Arveja unicultivo	19,16 A	33,15 A
2. Kiwicha + arveja	30,85 A	30,60 A
3. Quinua + arveja	25,41 A	24,95 A

====

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
CV (UNC) = 29,49%; CV(Tartar)=19,59%.

d) EVALUACION DEL SUELO

d.1. FIJACION DE NITROGENO

Según Tabla 4.42, se observa que los tres tratamientos, muestran un incremento de

Tabla 4.42. Contenido de Nitrógeno Total del suelo para la localidad de Tartar. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Contenido en Porcentaje
1. Quinoa + arveja	0,20
2. Kiwicha + arveja	0,20
3. Arveja unicultivo	0,17
<i>Análisis previo</i>	<i>0,15</i>

Tabla elaborada sobre la base de resultados de Análisis realizado por el Laboratorio de Servicio de Suelos de la Estación Experimental Baños del Inca, del Instituto Nacional de Investigación Agraria. INIA nitrógeno total del suelo, respecto al análisis previo. En el unicultivo de arveja, se tuvo un incremento de 0,02%; mientras que en las asociaciones este valor fue de 0,05%. Lo cual, muestra indicio que la arveja ha contribuido a elevar el nitrógeno del suelo.

d.2. HUMEDAD DEL SUELO

En esta variable no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos para ninguna de las evaluaciones ni localidades (Tabla 4.43.). Este resultado se explicaría debido al exceso de humedad a consecuencia de las precipitaciones, que existió al momento de muestreo; sin haber determinado alguna respuesta de los tratamientos.

Tabla 4.43. Porcentaje de humedad del suelo. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
a) Primera Evaluación (Fase de Floración)		
1. Quinoa + arveja	24,79 A	32,03 A
2. Kiwicha + arveja	20,80 A	31,09 A
3. Arveja unicultivo	23,18 A	29,98 A

b) Segunda Evaluación (Fase de Maduración de Grano)

1. Quinua + arveja	24,16 A	29,81 A
2. Kiwicha + arveja	25,76 A	29,97 A
3. Arveja unicultivo	25,18 A	30,76 A

====

A: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

Primera Evaluación: CV(UNC) = 9,29 %; CV(Tartar)=4,57 %.

Segunda Evaluación: CV(UNC) = 11,81 %; CV(Tartar)=8,17 %.

Cabe mencionar que la mayor humedad del suelo de la localidad de Tartar, se puede atribuir a su mayor contenido de materia orgánica en comparación al suelo de UNC, asimismo, se debe considerar que los muestreos se realizaron en diferentes días para las localidades.

En conclusión, respecto al unicultivo de arveja, las asociaciones tuvieron un comportamiento, que se puede describir de la siguiente manera:

- i)** Los cultivos de quinua y kiwicha, al asociarse con arveja han incrementado significativamente la diversidad de malezas; lo cual, muestra que la arveja en unicultivo puede ser recomendable para eliminar o reprimir algunas especies de malezas del sistema, especialmente, de áreas severamente enmalezadas.
- ii)** El cultivo de quinua al asociarse con arveja, provocó una disminución significativa en la producción de biomasa de malezas; pero también fue la quinua la especie que provocó una disminución significativa de biomasa aérea y rendimiento de grano de arveja, respecto a la especie de kiwicha. Sin embargo, ambas asociaciones (quinua+arveja y kiwicha+arveja), aportan una similar producción calórica total.

iii) Existe evidencia para suponer que el cultivo de arveja tanto en unicultivo como en asociación ha contribuido al incremento del contenido de nitrógeno del suelo; lo cual, se debería a la fijación del nitrógeno atmosférico.

De lo observado, se puede concluir que las dos asociaciones: quinua+arveja y kiwicha+arveja, son interesantes agronómicamente; sin embargo, será necesario realizar los análisis de ahorro de la tierra y de rentabilidad económica.

4.1.6. ANALISIS DE LA PRODUCTIVIDAD GLOBAL

a) PRODUCCION CALORICA Y BIOMASA POR MALEZAS

La relación de estas dos variables se hace al considerar que para el agricultor, el tratamiento más provechoso sería aquél que, además de proporcionar una suficiente producción calórica, produzca una mayor cantidad de biomasa por malezas para la alimentación del ganado.

Tabla 4.44. Producción de calorías y biomasa de malezas (kg de materia seca) por hectárea*. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad			
	UNC		Tartar	
	Calorías	Biomasa	Calorías	Biomasa
1. Quinua + haba (QH)	68 426 A	27,52 F	86 459 A	225,96 D
2. Kiwicha + arveja (KA)	68 165 A	132,58 C	86 150 A	673,80 B
3. Quinua + arveja (QA)	61 398 AB	80,27 CDEF	89 975 A	166,40 DE
4. Quinua unicultivo (Q)	56 750 ABC	40,37 EF	88 081 A	56,08 E
5. Kiwicha + haba (KH)	52 729 BCD	195,60 B	86 183 A	631,80 C

6. Quinoa + lenteja (QL)	55 963 ABC	59,19 DEF	77 992 AB	245,87 D
7. Kiwicha + lenteja (KL)	39 944 DE	118,94 CD	65 154 BC	1015,00 A
8. Kiwicha unicultivo (K)	38 522 E	93,39 CDE	60 616 C	756,50 BC
9. Arveja unicultivo (A)	44 251 CDE	102,68 CD	40 520 D	619,68 C
10. Haba unicultivo (H)	31 850 E	281,06 A	37 588 DE	1033,13 A
11. Lenteja unicultivo (L)	12 206 F	208,15 B	23 575 E	840,71 B

=====
 ===

*: Valores de conversión para el grano obtenido: 100 g de quinoa=354 cal; 100 g de kiwicha=366 cal; 100 g de lenteja=331 cal; 100 g de haba=324 cal y 100 g de arveja=351 cal. (Instituto Nacional de Nutrición, 1986).

A, B, C, D, E: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).

Para Calorías: CV (UNC) = 17,54%; CV(Tartar)=16,48%.

Para Biomasa de Malezas: CV (UNC) = 26,53%. ; CV(Tartar)=16,54%.

En este sentido, se observa que los tratamientos de unicultivo de leguminosas, serían los menos recomendables, por cuanto proporcionarían una menor cantidad de calorías y una mayor cantidad de producción de biomasa de malezas; lo cual, es una respuesta que se aprecia en las dos localidades en estudio (Tabla 4.44. y Figuras 1 y 2; Apéndice 03).

Un tratamiento promisorio sería kiwicha+arveja, que en las dos localidades ha mostrado, estadísticamente, la mayor producción calórica y a la vez una alta producción de biomasa de malezas. También merecen la atención los tratamientos de quinoa+arveja y quinoa+haba, que en las dos localidades se muestran, estadísticamente, similares en producción calórica que kiwicha+arveja, pero con una menor producción de biomasa por malezas en Tartar. Otro tratamiento que también merece atención es kiwicha+haba que además de proporcionar una alta producción calórica ha mostrado una significativa producción de biomasa por malezas.

En conclusión, los tratamientos más interesantes serían quinoa+arveja, quinoa+haba, kiwicha+arveja y kiwicha+haba; que además de proporcionar una mayor cantidad de

calorías para el consumo humano, han alcanzado la mayor producción de biomasa por malezas que serviría para la alimentación del ganado.

b) PRODUCCION CALORICA Y BIOMASA TOTAL

Este análisis se realiza con la finalidad de observar la tendencia de los tratamientos, tanto en la producción calórica como en la posibilidad de permitir el reciclaje de los nutrientes mediante la producción de biomasa aérea total, es decir, la suma de biomasa de malezas y la biomasa por residuos de cosecha; todo lo cual, se puede aprovechar en el manejo del sistema agrícola. En tal sentido, el productor estaría interesado en obtener la máxima cantidad de calorías así como la mayor cantidad de biomasa aérea total.

Tabla 4.45. Producción de calorías y biomasa total (kg materia seca) por hectárea*. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Localidad			
	UNC		Tartar	
	Calorías	Biomasa	Calorías	Biomasa
1. Quinoa + haba (QH)	68 426 A	8269,80 A	86 459 A	8828,00 B
2. Kiwicha + arveja (KA)	68 165 A	4273,50 DE	86 150 A	10657,0 B
3. Quinoa + arveja (QA)	61 398 AB	6595,60 ABC	89 975 A	9885,00 B
4. Quinoa unicultivo (Q)	56 750 ABC	5796,70 BCD	88 081 A	9994,00 B
5. Kiwicha + haba (KH)	52 729 BCD	4661,60 CDE	86 183 A	13067,0 A
6. Quinoa + lenteja (QL)	55 963 ABC	7285,60 AB	77 992 AB	9668,00 B
7. Kiwicha + lenteja (KL)	39 944 DE	4322,60 DE	65 154 BC	8663,00 B
8. Kiwicha unicultivo (K)	38 522 E	4212,40 DE	60 616 C	9962,00 B
9. Arveja unicultivo (A)	44 251 CDE	2094,20 F	40 520 D	4212,00 C
10. Haba unicultivo (H)	31 850 E	2655,50 EF	37 588 DE	6170,00 C
11. Lenteja unicultivo (L)	12 206 F	1607,90 F	23 575 E	4827,00 C

*: Valores de conversión para el grano obtenido: 100 g de quinoa=354 cal; 100 g de kiwicha=366 cal; 100 g de lenteja=331 cal; 100 g de haba=324 cal y 100 g de arveja=351 cal. (Instituto Nacional de Nutrición, 1986).

A, B, C, D, E: Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas (PRM-Duncan, $\alpha=0,05$).
 Para Calorías: CV (UNC) = 17,54%; CV(Tartar)=16,48%.
 Para Biomasa de Malezas: CV (UNC) = 23,16%. ; CV(Tartar)=14,56%.

En este análisis, nuevamente, los tratamientos de unicultivo de leguminosas son los que alcanzan los menores valores para las dos variables en estudio. De otro lado, en UNC, los tratamientos más promisorios serían quinua+haba; quinua+arveja y quinua+lenteja; mientras que para Tartar, los tratamientos promisorios serían: kiwicha+haba; kiwicha+arveja; quinua+arveja; quinua+haba; quinua+lenteja, así como unicultivo de quinua. Entonces, los tratamientos más interesantes serían quinua+lenteja; quinua+arveja, quinua+haba, kiwicha+arveja y kiwicha+haba; que además de proporcionar una mayor cantidad de calorías para el consumo humano, han alcanzado la mayor producción de biomasa aérea total (Tabla 4.45 y Figuras 3 y 4; Apéndice 03).

En conclusión, productivamente, los tratamientos más interesantes serían quinua+arveja, quinua+haba, kiwicha+arveja y kiwicha+haba; por cuanto, han mostrado una mayor producción calórica y además proporcionarían: **i)** una mayor producción de biomasa aérea por malezas para la alimentación de ganado; y, **ii)** una mayor producción de biomasa aérea que también puede ser utilizada como forraje y que permitiría un mejor reciclaje de nutrientes en el sistema.

4.2. ANALISIS DEL USO DE LA TIERRA Y LA INVERSION ECONOMICA

4.2.1. RELACION EQUIVALENTE DE LA TIERRA (RET) Y RELACION EQUIVALENTE DEL INGRESO (REI)

Al observar los valores de la RET (Tabla 4.46.); se puede concluir lo siguiente:

- i) En cuanto a la especie de quinua; las asociaciones quinua+haba y quinua+arveja muestran mayor eficiencia en el uso de la tierra en las dos localidades en estudio; mientras que quinua+lenteja, lo hizo solamente en UNC (con 900 m²). Se observa que quinua+haba, permitió un ahorro de la tierra de 2 900 y 1 000 m², en las localidades de UNC y Tartar, respectivamente; mientras que quinua+arveja, indica ahorro de 1 300 y 2 300 m², en ambas localidades. Por tanto, se puede decir que las asociaciones de quinua+haba y quinua+arveja, son promisorias, especialmente, para los sistemas campesinos de bajos recursos donde la tierra es escasa.
- ii) En cuanto a la especie de kiwicha, las tres asociaciones muestran mayor eficiencia en el uso de la tierra. La asociación de kiwicha+lenteja permitió un ahorro de la tierra de 1 500 y 2 100 m²; kiwicha+haba de 4 400 y 6 200 m² y kiwicha+arveja 6 900 y 5 700 m², para las localidades de UNC y Tartar, respectivamente. Lo cual, sugiere que las tres asociaciones son promisorias.

Al observar los valores la REI (Tabla 4.46.); se puede concluir lo siguiente:

- i) En cuanto a la especie de quinua; su asociación con lenteja ocasionaría una menor ganancia neta que los unicultivos (valores de REI de 0,88 y 0,81, en UNC y Tartar, respectivamente); su asociación con haba, sólo muestra ventaja económica en UNC (REI=1,22); mientras que en Tartar la siembra en unicultivos sería más conveniente (REI=0,93); y, solamente la asociación quinua+arveja, muestra una ventaja económica en las dos localidades de estudio (valores de REI de 1,06 y 1,15, en UNC y Tartar, respectivamente). Estos resultados sugieren que, económicamente, solamente

quinua+arveja, sería más recomendable que los unicultivos respectivos, pero sin apreciarse una ventaja significativa.

- ii) En cuanto a la especie de kiwicha, su asociación con lenteja, en UNC produjo una menor ganancia que los unicultivos (REI=0,98); mientras que en Tartar se mostró con una ligera ventaja sobre ellos (REI=1,04). De otro lado, las asociaciones de kiwicha+haba y kiwicha+arveja, han mostrado una ventaja económica significativa sobre sus unicultivos respectivos. Kiwicha+haba, mostró valores de REI de 1,61 y

Tabla 4.46. Rendimiento de grano (kg/ha), Relación Equivalente de la Tierra (RET) y Relación Equivalente del Ingreso (REI) para las diferentes asociaciones. Cajamarca, 2001.

Cultivos en comparación	Localidades	
	UNC	Tartar
a)		
Quinua y Lenteja		
-Rdto. quinua en unicultivo	1603,10	2488,20
-Rdto. lenteja en unicultivo	368,75	712,25
-Rdto. quinua asociada con lenteja	1533,90	2112,80
-Rdto. lenteja asociada con quinua	50,25	96,62
RET*	1,09	0,98
REI**	0,88	0,81
b) Quinua y Haba		
-Rdto. quinua en unicultivo	1603,10	2488,20
-Rdto. haba en unicultivo	983,02	1160,10
-Rdto. quinua asociada con haba	1750,60	2217,80
-Rdto. haba asociada con quinua	199,26	245,30
RET	1,29	1,10
REI	1,22	0,93
c) Quinua y Arveja		
-Rdto. quinua en unicultivo	1603,10	2488,20
-Rdto. arveja en unicultivo	1260,70	1154,40
-Rdto. quinua asociada con arveja	1455,00	2110,30
-Rdto. arveja asociada con quinua	281,80	435,10
RET	1,13	1,23
REI	1,06	1,15
d) Kiwicha y Lenteja		
-Rdto. kiwicha en unicultivo	1052,50	1656,20
-Rdto. lenteja en unicultivo	368,75	712,25
-Rdto. kiwicha asociada con lenteja	1034,40	1633,20
-Rdto. lenteja asociada con kiwicha	63,00	162,50
RET	1,15	1,21
REI	0,88	1,04
e) kiwicha y Haba		
-Rdto. kiwicha en unicultivo	1052,50	1656,20
-Rdto. haba en unicultivo	983,02	1160,10
-Rdto. kiwicha asociada con haba	1084,00	1817,70

-Rdto. haba asociada con kiwicha		402,95	606,60
RET	1,44		1,62
REI	1,61		1,80
f) Kiwicha y Arveja			
-Rdto. kiwicha en unicultivo	1052,50		1656,20
-Rdto. arveja en unicultivo	1260,70		1154,40
-Rdto. kiwicha asociada con arveja	1217,60		1852,40
-Rdto. arveja asociada con kiwicha	672,40		522,80
RET	1,69		1,57
REI	2,11		1,51

=====
 ===

*RET: Indica la posibilidad de ahorro de terreno. Así, RET=1,09; significa que para obtener un determinado volumen de cosecha de los dos cultivos en estudio, al realizar en unicultivo, se necesitaría 1,09 ha; mientras que si se sembraría en asociación sólo se necesitaría 1,0 ha; mostrando un ahorro de 0,09 ha de terreno.

**REI: Indica la posibilidad de obtención de ingreso neto. Cuando REI>1,0, se tiene un mayor ingreso neto que los unicultivos respectivos.

1,80; mientras que los valores para kiwicha+arveja fueron de 2,11 y 1,51, para las localidades de UNC y Tartar, respectivamente. Por lo cual, se puede afirmar que las asociaciones de kiwicha+haba y kiwicha+arveja, económicamente son las más promisorias.

Al relacionar los valores de RET y REI, se puede observar que algunas asociaciones a pesar de mostrar una eficiencia en el uso de la tierra (valores de RET mayores a la unidad), no han mostrado una ventaja económica sobre sus unicultivos. Ello, ha ocurrido con quinua+haba y kiwicha+lenteja. Lo cual muestra, que el análisis de las propuestas tecnológicas se debe realizar con un enfoque integral; pues no siempre la eficiencia ecológica y/o productiva es económicamente buena.

4.2.2. DETERMINACION DE LA RENTABILIDAD DIFERENCIAL

Se considera los costos que varían entre los tratamientos, en función a los cuales es posible inferir la rentabilidad y la conveniencia económica para pasar de una práctica a otra. Para el efecto se toma la Tasa Marginal de Retorno (TMR), que se obtendría al pasar de los unicultivos a la asociación. Así, se observa lo siguiente:

a) Asociaciones de quinua con lenteja, haba y arveja (Tabla 4.47 y 4.48):

i) Cultivos de quinua y lenteja: Que en las dos localidades, la asociación quinua+lenteja, arrojaría valores de TMR significativos (mayores a 100%), respecto al unicultivo de lenteja; pero, arrojaría pérdidas económicas (S/.232,82 y S/. 738,57 nuevos soles en

UNC y Tartar, respectivamente), respecto al unicultivo de quinua; por lo cual, la asociación sería más recomendable que el unicultivo de lenteja, pero no lo sería respecto al unicultivo de quinua.

ii) Cultivos de quinua y haba: Que la asociación quinua+haba, mostró valores de TMR bastante significativos respecto al unicultivo de haba en las dos localidades (1 158,19 y 1 627,08% en UNC y Tartar, respectivamente); mientras que no ocurrió lo mismo frente al unicultivo de quinua, pues en UNC hay una TMR de 155,36% y en Tartar hay una pérdida económica de S/.271,60 nuevos soles. Por lo cual, se puede decir que la asociación de quinua+haba sería más recomendable que el unicultivo de haba; pero, no hay la evidencia para decir que también lo sería frente unicultivo de quinua.

iii) Cultivos de quinua y arveja: Que la asociación quinua+arveja, arrojó valores de TMR significativos respecto al unicultivo de arveja en las dos localidades (168,79 y 947,43% en UNC y Tartar, respectivamente); pero frente al unicultivo de quinua, mostró valores de RET no significativos (valores menores de 100%); que no provocarían una actitud de cambio para el agricultor¹⁴. Por tanto, quinua+arveja, sería más recomendable que el unicultivo de arveja, pero no frente al unicultivo de quinua.

b) Asociaciones de kiwicha con lenteja, haba y arveja (Tablas 4.49 y 4.50)

i) Cultivos de kiwicha y lenteja: Que la asociación kiwicha+lenteja, mostró valores de TMR significativos respecto al unicultivo de lenteja en las dos localidades (638,15 y 982,15% en UNC y Tartar, respectivamente); pero, no tuvo esta misma respuesta frente al unicultivo de kiwicha (pérdida de S/.136,30 en UNC y TMR de 33,78% en Tartar);

¹⁴ Para la zona de estudio, se estima que un valor mayor de 100% de TMR, indica un alto grado de

por lo cual, la asociación kiwicha+lenteja, sería más recomendable que el unicultivo de lenteja, pero no frente al unicultivo de kiwicha.

- ii) Cultivos de kiwicha y haba:** Que la asociación kiwicha+haba, mostró valores significativos de TMR, respecto a los unicultivos de haba y kiwicha. Se observa que la asociación tuvo en UNC, TMR de 199,94 y 1 289,73% respecto a unicultivo de kiwicha y haba, respectivamente; mientras que en Tartar, los valores respectivos fueron de 420,66 y 3 837,25%. Por lo tanto, kiwicha+haba, sería más recomendable que los dos unicultivos.
- iii) Cultivos de kiwicha y arveja:** Que la asociación kiwicha+arveja, mostró valores significativos de TMR, respecto a los unicultivos de haba y kiwicha. Se observa que la asociación tuvo en UNC, TMR de 621,82 y 536,54% respecto a unicultivo de kiwicha y haba, respectivamente; mientras que en Tartar, los valores respectivos fueron de 513,40 y 1 224,78%. Por lo tanto, kiwicha+arveja, sería más recomendable que los dos unicultivos.

En conclusión, económicamente, todas las asociaciones son más recomendables que los unicultivos de arveja, haba o lenteja. De otro lado, respecto a la especie de quinua, el unicultivo resultó mejor que las asociaciones de quinua+lenteja, quinua+haba y quinua+arveja; mientras, que referente a kiwicha, las asociaciones de kiwicha+haba y kiwicha+arveja, resultaron económicamente más recomendables que el unicultivo de kiwicha.

Tabla 4.47. Tasa Marginal de Retorno (TMR) de las asociaciones de quinua con lenteja, haba y arveja, respecto a los unicultivos. Localidad de UNC. Cajamarca, 2001.

Rubro que varía	Tratamientos		
	Lenteja Unicultivo	Quinua Unicultivo	Quinua + Lenteja
----a) Beneficio bruto (S/.)	848,13	3 206,20	3 183,38
b) Costos que varían (S/.)	570,00	620,00	830,00
c) Beneficio neto (S/.)	278,13	2 586,20	2 353,38
TMR (%)*			
Rubro que varía	Tratamientos		
	Haba Unicultivo	Quinua Unicultivo	Quinua + Haba
----a) Beneficio bruto (S/.)	2 260,95	3 206,20	3 959,50
b) Costos que varían (S/.)	780,00	620,00	915,00
c) Beneficio neto (S/.)	1 480,95	2 586,20	3 044,50
TMR (%)			
Rubro que varía	Tratamientos		
	Arveja Unicultivo	Quinua Unicultivo	Quinua + Arveja
----a) Beneficio bruto (S/.)	2 899,61	3 206,20	3 558,14
b) Costos que varían (S/.)	600,00	620,00	845,00
c) Beneficio neto (S/.)	2 299,61	2 586,20	2 713,14
TMR (%)			

* TMR (Tasa Marginal de Retorno), indica el retorno del capital invertido en la asociación en comparación al unicultivo respectivo. Así, TMR=798,17%, quiere decir que por cada nuevo sol que se invierte en el cambio tecnológico (para sembrar la asociación en vez del unicultivo de lenteja), se obtendrá el nuevo sol invertido y S/.7,9817 nuevos soles adicionales.

** Equivalente a una pérdida de S/.232,82 Nuevos Soles/ha.

Tabla 4.48. Tasa Marginal de Retorno (TMR) de las asociaciones de quinua con lenteja, haba y arveja, respecto a los unicultivos. Localidad de Tartar. Cajamarca, 2001.

Rubro que varía	Tratamientos		
	Lenteja Unicultivo	Quinua Unicultivo	Quinua + Lenteja
----a) Beneficio bruto (S/.)	1 638,18	4 976,40	4 447,83
b) Costos que varían (S/.)	570,00	620,00	830,00
c) Beneficio neto (S/.)	1 068,18	4 356,40	3 617,83
TMR (%)*			
Rubro que varía	Tratamientos		
	Haba Unicultivo	Quinua Unicultivo	Quinua + Haba
-----a) Beneficio bruto (S/.)	2 668,23	4 976,40	4 999,79
b) Costos que varían (S/.)	780,00	620,00	915,00
c) Beneficio neto (S/.)	1 888,23	4 356,40	4 084,79
TMR (%)			
Rubro que varía	Tratamientos		
	Arveja Unicultivo	Quinua Unicultivo	Quinua + Arveja
-----a) Beneficio bruto (S/.)	2 655,12	4 976,40	5 221,33
b) Costos que varían (S/.)	600,00	620,00	845,00
c) Beneficio neto (S/.)	2 055,12	4 356,40	4 376,33
TMR (%)			

* TMR (Tasa Marginal de Retorno), indica el retorno del capital invertido en la asociación en comparación al unicultivo respectivo. Así, TMR=980,63%, quiere decir que por cada nuevo sol que se invierte en el cambio

tecnológico (para sembrar la asociación en vez del unicultivo de lenteja), se obtendrá el nuevo sol invertido y S/.9,8063 nuevos soles adicionales.

** Equivalente a una pérdida de S/.738,57 Nuevos Soles/ha.

*** Equivalente a una pérdida de S/.271,61 Nuevos Soles/ha.

Tabla 4.49. Tasa Marginal de Retorno (TMR) de las asociaciones de kiwicha con lenteja, haba y arveja, respecto a los unicultivos. Localidad de UNC. Cajamarca, 2001.

Rubro que varía	Tratamientos		
	Kiwicha Unicultivo	Lenteja Unicultivo	Kiwicha + Lenteja
----a) Beneficio bruto (S/.)	2 105,00	848,13	2 213,70
b) Costos que varían (S/.)	510,00	570,00	755,00
c) Beneficio neto (S/.)	1 595,00	278,13	1 458,70
TMR (%)*			638,15%
			(55,63%)**

Rubro que varía	Tratamientos		
	Kiwicha Unicultivo	Haba Unicultivo	Kiwicha + Haba
----a) Beneficio bruto (S/.)	2 105,00	2 260,95	3 094,79
b) Costos que varían (S/.)	510,00	780,00	840,00
c) Beneficio neto (S/.)	1 595,00	1 480,95	2 254,79
TMR (%)			1 289,73%
			199,94%

Rubro que varía	Tratamientos		
	Kiwicha Unicultivo	Arveja Unicultivo	Kiwicha + Arveja
----a) Beneficio bruto (S/.)	2 105,00	2 899,61	3 981,72
b) Costos que varían (S/.)	510,00	600,00	770,00
c) Beneficio neto (S/.)	1 595,00	2 299,61	3 211,72
TMR (%)			536,54%
			621,82%

*TMR (Tasa Marginal de Retorno), indica el retorno del capital invertido en la asociación en comparación al unicultivo respectivo. Así, TMR=638,15%, quiere decir que por cada nuevo sol que se invierte en el cambio tecnológico (para sembrar la asociación en vez del unicultivo de lenteja), se obtendrá el nuevo sol invertido y S/.6,3815 nuevos soles adicionales.

** Equivalente a una pérdida de S/.136,30 Nuevos Soles/ha.

Tabla 4.50. Tasa Marginal de Retorno (TMR) de las asociaciones de kiwicha con lenteja, haba y arveja, respecto a los unicultivos. Localidad de Tartar. Cajamarca, 2001.

Rubro que varía	Tratamientos		
	Kiwicha Unicultivo	Lenteja Unicultivo	Kiwicha + Lenteja
----a) Beneficio bruto (S/.)	3 312,40	1 638,18	3 640,15
b) Costos que varían (S/.)	510,00	570,00	755,00
c) Beneficio neto (S/.)	2 802,40	1 068,18	2 885,15
TMR (%)*			982,15%
			33,78%

Rubro que varía	Tratamientos		
	Kiwicha Unicultivo	Haba Unicultivo	Kiwicha + Haba
----a) Beneficio bruto (S/.)	3 312,40	2 668,23	5 030,58
b) Costos que varían (S/.)	510,00	780,00	840,00
c) Beneficio neto (S/.)	2 802,40	1 888,23	4 190,58
TMR (%)			3 837,25%
			420,66%

Rubro que varía	Tratamientos		
	Kiwicha Unicultivo	Arveja Unicultivo	Kiwicha + Arveja
----a) Beneficio bruto (S/.)	3 312,40	2 655,12	4 907,24
b) Costos que varían (S/.)	510,00	600,00	770,00
c) Beneficio neto (S/.)	2 802,40	2 055,12	4 137,24
TMR (%)			1 224,78%
			513,40%

* TMR (Tasa Marginal de Retorno), indica el retorno del capital invertido en la asociación en comparación al unicultivo respectivo. Así, TMR=982,15%, quiere decir que por cada nuevo sol que se invierte en el cambio tecnológico (para sembrar la asociación en vez del unicultivo de lenteja), se obtendrá el nuevo sol invertido y S/9,8215 nuevos soles adicionales.