



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO

Centro de Desarrollo Sustentable

ESTUDIO DE ASOCIACIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Y KIWICHA (*Amaranthus caudatus* L.), CON LENTEJA (*Lens culinaris* L.),

HABA (*Vicia faba* L.) Y ARVEJA (*Pisum sativum* L.)

EN LA SIERRA NORTE DEL PERU

TESIS

TORIBIO NOLBERTO TEJADA CAMPOS

Presentada como parte de los
requisitos para optar al Grado de
Magíster Gestión en Desarrollo Rural
y Agricultura Sustentable

Año 2002

TEMUCO, CHILE

DEDICATORIA

Con inmensa gratitud y cariño:

A Dios, que por sobre todas las cosas me permite la vida, la salud y el anhelo de servicio.

A mi padre, Matías (Q.D.D.G.); y a mi madre Carmen Rosa, quienes con humildad, esfuerzo y muy cerca de la pobreza me enseñaron la noble tarea de ser agricultor.

A mi esposa Felícitas; a mis hijos: Antonio, Luis, Luis Antonio (Q.D.D.G.) y Cristian, quienes sabiendo tolerar muchos sinsabores de la vida, me apoyaron decididamente en la culminación de este segundo Magister.

A mis seis hermanos: Alberto, Jorge, Marino, Gilmer, Norbil y Víctor; con quienes desde niños hemos compartido las experiencias del trabajo físico e intelectual para nuestra superación,

Toribio

AGRADECIMIENTOS:

A la Universidad Católica de Temuco del hermano país de Chile, que por la facilitación de beca, aulas, personal administrativo y maestros hizo posible mi participación en este Magister.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, por haberme cobijado como docente y prestarme muchas facilidades durante la realización de la Fase Experimental de la presente Tesis.

A la Estación Experimental Baños del Inca del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), por haberme permitido el uso de medios de información durante mis estudios y la realización del presente trabajo.

A la Red de Acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos (R.A.A.A.), por haber colaborado con gran parte del financiamiento del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Raúl Venegas Valdebenito, quien en calidad de mi Profesor Guía, me apoyó incondicionalmente en la elaboración del presente trabajo.

Al Blgo. Dr. Isidoro Sánchez Vega, mi profesor, quien con su experiencia profesional, me apoyó para la culminación de la presente Tesis.

A mis amigos de la Estación Experimental Baños del Inca del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), de la Universidad Nacional de Cajamarca y otras instituciones; así como a todas las personas, quienes han colaborado con sugerencias, información o trabajo de campo para el presente trabajo,

De Toribio

Yo, **TORIBIO NOLBERTO TEJADA CAMPOS**, declaro que soy autor del presente trabajo de investigación, que lo he realizado en su integridad y no lo he publicado para obtener otros grados o títulos o en revistas especializadas. Declaro que he contado con la participación de mi familia y el apoyo de amigos e instituciones como la Red de Acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos (R.A.A.A.), la Universidad Nacional de Cajamarca y la Estación Experimental Baños del Inca.

INDICE

	Páginas
INDICE.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	ii
INDICE DE TABLAS.....	iii
INDICE DE FOTOS.....	v
INDICE APENDICE.....	vi
INDICE DE ANEXOS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPITULO I: INTRODUCCION.....	1
1.1. El Problema de Investigación.....	1
1.2. Justificación y Objetivos.....	6
1.3. Hipótesis.....	8
CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL.....	10
2.1. Revisión Bibliográfica.....	10
2.2. Enfoque de la Investigación.....	31
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS.....	35
3.1. Características de la Zona de Experimentación.....	35
3.2. Insumos, Instrumentos y Equipos Utilizados	39
3.3. Metodología.....	42
3.3.1. Planeamiento Experimental.....	42
3.3.2. Fase de Campo.....	45
3.3.3. Fase de Gabinete y Laboratorio.....	52
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	58
4.1. Análisis Agronómico.....	58
4.1.1. Asociaciones de Quinua con lenteja, Haba y arveja.....	59
4.1.2. Asociaciones de Kiwicha con lenteja, Haba y arveja.....	67
4.1.3. Asociaciones de Lenteja con Quinua y Kiwicha.....	75
4.1.4. Asociaciones de Haba con Quinua y Kiwicha.....	83
4.1.5. Asociaciones de Arveja con Quinua y Kiwicha.....	91
4.1.6. Análisis de Productividad Global.....	99
4.2. Análisis del Uso de la Tierra y la Inversión Económica.....	102
4.2.1. Relación Equivalente de la Tierra y Relación Equivalente del Ingreso ..	102
4.2.2. Determinación de la Rentabilidad Diferencial	105
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	112
5.1. Conclusiones.....	112
5.2. Recomendaciones.....	120
BIBLIOGRAFIA.....	121
APENDICE.....	125
ANEXOS.....	147

INDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 3.1. Disposición de las parcelas experimentales.....	44
Figura 3.2. Disposición de hileras de siembra en las parcelas experimentales.....	44
Figura Ap-1. Producción calórica y biomasa de malezas. Localidad UNC.....	133
Figura Ap-2. Producción calórica y biomasa de malezas. Localidad Tartar.....	134
Figura Ap-3. Producción calórica y biomasa aérea. Localidad UNC.....	135
Figura Ap-4. Producción calórica y biomasa aérea. Localidad Tartar.....	136

INDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla 3.1. Temperatura, precipitación y humedad relativa durante la etapa Experimental.....	37
Tabla 3.2. Temperatura, precipitación y humedad relativa, período 1989-1995...	37
Tabla 3.3. Resultado de análisis del suelo de campos experimentales.....	39
Tabla 3.4. Tratamientos en Estudio.....	43
Tabla 4.1. Índice de Shannon y de Simpson para malezas, respecto al cultivo de quinua.....	59
Tabla 4.2. Producción biomasa de malezas, respecto al cultivo de quinua.....	61
Tabla 4.3. Altura de planta y longitud de panoja del cultivo de quinua.....	62
Tabla 4.4. Producción de biomasa aérea de quinua.....	62
Tabla 4.5. Rendimiento de grano de quinua	63
Tabla 4.6. Producción de calorías por hectárea, respecto al cultivo de quinua...	64
Tabla 4.7. Contenido de Nitrógeno Total del Suelo, respecto al cultivo quinua..	65
Tabla 4.8. Porcentaje de humedad del suelo, respecto al cultivo de quinua.....	66
Tabla 4.9. Índice de Shannon y de Simpson para malezas, respecto al cultivo de kiwicha	68
Tabla 4.10. Producción de biomasa de malezas, respecto al cultivo de kiwicha....	69
Tabla 4.11. Altura de planta y longitud de panoja del cultivo de kiwicha.....	70
Tabla 4.12. Producción de biomasa aérea de kiwicha.....	71
Tabla 4.13. Rendimiento de grano de kiwicha.....	72
Tabla 4.14. Producción de calorías por hectárea, respecto al cultivo kiwicha..	72
Tabla 4.15. Contenido de Nitrógeno Total del suelo, respecto al cultivo kiwicha...	73
Tabla 4.16. Porcentaje de humedad del suelo, respecto al cultivo de kiwicha.....	74
Tabla 4.17. Índice de Shannon y de Simpson para malezas, respecto al cultivo de lenteja	76
Tabla 4.18. Producción de biomasa de malezas, respecto al cultivo de lenteja	76
Tabla 4.19. Altura de planta del cultivo de lenteja	77
Tabla 4.20. Producción de biomasa aérea de lenteja.....	78
Tabla 4.21. Rendimiento de grano de lenteja.....	79
Tabla 4.22. Producción de calorías por hectárea, respecto al cultivo de lenteja.	79
Tabla 4.23. Número de nódulos efectivos por planta en el cultivo de lenteja	80
Tabla 4.24. Contenido de Nitrógeno Total, respecto al cultivo de lenteja.....	81
Tabla 4.25. Porcentaje de humedad del suelo, respecto al cultivo de lenteja.....	82
Tabla 4.26. Índice de Shannon y de Simpson para malezas, respecto al cultivo de haba	83
Tabla 4.27. Producción de biomasa de malezas, respecto al cultivo de haba	84
Tabla 4.28. Altura de planta a la madurez fisiológica del cultivo de haba.....	85
Tabla 4.29. Producción de biomasa aérea de haba	86
Tabla 4.30. Rendimiento de grano de haba en kg/ha.....	87
Tabla 4.31. Producción de calorías por hectárea, respecto al cultivo de haba....	87
Tabla 4.32. Número de nódulos efectivos por planta en el cultivo de haba.....	88
Tabla 4.33. Contenido de Nitrógeno Total del suelo, respecto al cultivo de haba.	89
Tabla 4.34. Porcentaje de humedad del suelo, respecto al cultivo de haba.....	89

Tabla 4.35. Índice de Shannon y de Simpson para malezas, respecto al cultivo de arveja	91
Tabla 4.36. Producción de biomasa de malezas, respecto al cultivo de Arveja.....	92
Tabla 4.37. Altura de planta del cultivo de arveja.....	93
Tabla 4.38. Producción de biomasa aérea de arveja.....	94
Tabla 4.39. Rendimiento de grano de arveja	94
Tabla 4.40. Producción de calorías por hectárea, respecto al cultivo de Arveja...	95
Tabla 4.41. Número de nódulos efectivos en el cultivo de arveja.	96
Tabla 4.42. Contenido de Nitrógeno Total del suelo, respecto al cultivo Arveja..	96
Tabla 4.43. Porcentaje de humedad del suelo, respecto al cultivo de Arveja.....	97
Tabla 4.44. Producción de calorías y biomasa de malezas por hectárea.....	99
Tabla 4.45. Producción de calorías y biomasa total por hectárea.....	101
Tabla 4. 46. Rendimiento de grano, RET y REI para las diferentes asociaciones..	104
Tabla 4.47. TMR de las asociaciones de quinua con lenteja, haba y arveja respecto a los monocultivos. Localidad de UNC	108
Tabla 4.48. TMR de las asociaciones de quinua con lenteja, haba y arveja, respecto a los monocultivos. Localidad de Tartar	109
Tabla 4.49. TMR de las asociaciones de kiwicha con lenteja, haba y arveja, respecto a los monocultivos. Localidad de UNC	110
Tabla 4.50. TMR de las asociaciones de kiwicha con lenteja, haba y arveja, respecto a los monocultivos. Localidad de Tartar	111
Tabla Ap-1. Especies de malezas identificadas	125
Tabla Ap-2. Estimación del beneficio bruto y costos que varían para los cultivos de quinua y lenteja para la localidad de UNC	126
Tabla Ap-3. Estimación del beneficio bruto y costos que varían cultivos de quinua y lenteja para la localidad de Tartar	127
Tabla Ap-4. Estimación del beneficio bruto y costos que varían para los cultivos de quinua y haba para la localidad de UNC	127
Tabla Ap-5. Estimación del beneficio bruto y costos que varían para los cultivos de quinua y haba para la localidad de Tartar	128
Tabla Ap-6. Estimación del beneficio bruto y costos que varían para los cultivos de quinua y arveja para la localidad de UNC.....	128
Tabla Ap-7. Estimación del beneficio bruto y costos que varían para los cultivos de quinua y arveja para la localidad de Tartar	129
Tabla Ap-8. Estimación del beneficio bruto y costos que varían para los cultivos de kiwicha y lenteja para la localidad de UNC	129
Tabla Ap-9. Estimación del beneficio bruto y costos que varían para los cultivos de kiwicha y lenteja para la localidad de Tartar	130
Tabla Ap-10. Estimación del beneficio bruto y costos que varían para los cultivos de kiwicha y haba para la localidad de UNC	130
Tabla Ap-11. Estimación del beneficio bruto y costos que varían para los cultivos de kiwicha y haba para la localidad de Tartar	131
Tabla Ap-12. Estimación del beneficio bruto y costos que varían para los cultivos de kiwicha y arveja para la localidad de UNC	131
Tabla A-13. Estimación del beneficio bruto y costos que varían para los cultivos de kiwicha y arveja para la localidad de Tartar	132
Tabla An-1. Valor nutritivo de granos de quinua, kiwicha, lenteja, haba y arveja.	149
Tabla An-2. Contenido de aminoácidos de quinua, kiwicha y haba.....	149

INDICE DE FOTOS

	Páginas
Foto 1: Siembra de experimento UNC	137
Foto 2: Cultivo en fase de plántula. Localidad de Tartar.....	137
Foto 3: Cultivo en desarrollo vegetativo. Localidad de Tartar.....	138
Foto 4: Cultivo en desarrollo vegetativo. Localidad de UNC.....	138
Foto 5: Asociación quinua+lenteja.....	139
Foto 6: Asociación kiwicha+lenteja.....	139
Foto 7: Asociación quinua+haba.....	140
Foto 8: Asociación kiwicha+haba.....	140
Foto 9: Asociación quinua+arveja.....	141
Foto 10: Asociación kiwicha+arveja.....	141
Foto 11: Extracción de malezas para evaluación.....	142
Foto 12: Unidad de evaluación y porción de malezas.....	142
Foto 13: Asociación de kiwicha+arveja a los 100 días de la siembra.....	143
Foto 14: Asociación de kiwicha+haba a los 100 días de la siembra.....	143
Foto 15: Plantas de lenteja, haba y arveja para la evaluación de nódulos.....	144
Foto 16: El cultivo de arveja fue afectado por el exceso de humedad	144
Foto 17: Arranque de lenteja de entre las hileras de la quinua. Localidad Tartar..	145
Foto 18: Arranque de lenteja de entre las hileras de la kiwicha. Localidad UNC..	145
Foto 19: Quinua en fase de madurez fisiológica. Localidad de Tartar.....	146
Foto 20: Toma de muestra de suelo para evaluación de Nitrógeno Total.....	146

INDICE DE APENDICE

	Páginas
Apéndice 01: Especies de Malezas Identificadas.....	125
Apéndice 02: Datos y Cálculos para el Análisis Económico.....	126
Apéndice 03: Figuras y Fotos.....	133

INDICE DE ANEXOS

	Páginas
Anexo 01: Definiciones Importantes.....	147
Anexo 02: Valor Nutritivo de los Cultivos en Estudio.....	149
Anexo 03: Escalas para la Interpretación de Análisis Químico de Suelos.....	150

RESUMEN

TEJADA CAMPOS, Toribio Nolberto (2001). "**Estudio de Asociaciones de Quinoa** (*Chenopodium quinoa* Willd.) **y Kiwicha** (*Amaranthus caudatus* L.), **con Lenteja** (*Lens culinaris* L.), **Haba** (*Vicia faba* L.) **y Arveja** (*Pisum sativum* L.) **en la Sierra Norte del Perú**". Tesis de Magister Internacional en Gestión en Desarrollo Rural y Agricultura Sustentable. Universidad Católica de Temuco – Chile. 151 páginas.

El estudio se realizó en Cajamarca, Perú; con el fin de identificar asociaciones eficientes para los granos andinos con alguna leguminosa de grano. Se condujo un experimento en dos localidades, teniendo once tratamientos: **i)** quinua unicultivo; **ii)** kiwicha unicultivo; **iii)** lenteja unicultivo; **iv)** haba unicultivo; **v)** arveja unicultivo; **vi)** quinua+lenteja; **vii)** quinua+haba; **viii)** quinua+arveja; **ix)** kiwicha+lenteja; **x)** kiwicha+haba; y, **xi)** kiwicha+arveja. Se utilizó un DBCR con cuatro repeticiones. Se evaluó presencia de malezas (diversidad y redundancia), producción de biomasa aérea de malezas y cultivos, altura de planta y rendimiento de grano de los cultivos, nodulación de las leguminosas, contenido de nitrógeno total y humedad del suelo. Con los datos de rendimiento de grano y costos de producción, se calculó la Relación Equivalente de la Tierra (RET), Relación Equivalente del Ingreso (REI) y Tasa Marginal de Retorno (TMR).

Las asociaciones mostraron ventaja en productividad y rentabilidad, respecto a los unicultivos de leguminosas respectivos, pero tuvieron diferentes respuestas frente a los unicultivos de granos andinos. En el caso de quinua, ninguna asociación mostró TMR significativa respecto al unicultivo de quinua, pero quinua+haba y quinua+arveja, mostraron incremento del nitrógeno total en el suelo, una mayor biomasa de malezas y un ahorro de la tierra. Para kiwicha, las tres asociaciones mostraron un ahorro de la tierra, pero kiwicha+haba y kiwicha+arveja superaron al unicultivo y quinua+lenteja en producción calórica, biomasa total y rentabilidad económica. Por tanto, las asociaciones promisorias son: quinua+haba, quinua+arveja, kiwicha+haba y kiwicha+arveja; y se recomienda comprobarlas a nivel de productores y en centros de investigación.

ABSTRACT

TEJADA CAMPOS, Toribio Nolberto (2001). "**Study of Associations of Quinoa** (*Chenopodium quinoa* Willd.) **and Kiwicha** (*Amaranthus caudatus* L.), **with Lentil** (*Lens culinaris* L.), **Bean** (*Vicia faba* L.) **and Pea** (*Pisum sativum* L.) **in the North Sierra from Peru**". Thesis of International Schoolmaster in Administration in Rural Development and Sustainable Agriculture. Catholic University of Temuco - Chile. 151 pages.

The study was carried out in Cajamarca, Peru; with the purpose of identifying efficient associations for the andean grains with some leguminous of grain. It behaved an experiment in two towns, having eleven treatments: **i)** sole quinoa; **ii)** sole kiwicha; **iii)** sole lentil; **iv)** sole bean; **v)** sole pea; **vi)** quinoa+lentil; **vii)** quinoa+bean; **viii)** quinoa+pea; **ix)** kiwicha+lentil; **x)** kiwicha+bean; and, **xi)** kiwicha+pea. A DBCR was used with four repetitions. It evaluated presence of overgrowths (diversity and redundancy), production of air biomass of overgrowths and cultivations, plant height and yield of grain of the cultivations, nodulación of the leguminous, content of total nitrogen and humidity of the floor. With the data of grain yield and production costs, it calculated the Land Equivalent Ratio (LER), Entrance Equivalent Ratio (EER) and Marginal Rate of Return (MRR).

The associations showed advantage in productivity and profitability, respect the sole cultivations of leguminous respective, but too they showed different answers in front of the sole cultivations of andean grains. In the case of quinoa, no association showed MRR significant respect the sole quinoa, but quinoa+bean and quinoa+pea, showed increment of the total nitrogen in the floor, a bigger biomass of overgrowths and a saving of the land. For kiwicha, the three associations showed a saving of the land, but kiwicha+bean and kiwicha+pea overcame to sole kiwicha and quinoa+lentil in caloric production, total biomass and economic profitability. Therefore, the promissory associations are: quinoa+bean, quinoa+pea, kiwicha+bean and kiwicha+pea; and it is recommended to check them at level of producers and in investigation centers.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.1. Identificación del problema de Investigación

La presente investigación se ha realizado en el contexto de la agricultura de la sierra nor peruana, caracterizada por:

a) **La disminución de la productividad de los sistemas agrícolas**

Situación que se debe a la pérdida de la capacidad productiva, a la disminución de la fertilidad a lo largo del tiempo y a la erosión del suelo por alteraciones físicas del medio.

La erosión por lluvias es un factor que está reduciendo significativamente la profundidad de la capa arable del suelo, especialmente, en lugares con pendientes empinada (26-50%) a muy empinada (51 a 70%), donde se tiene una erosión severa (**Matute,1984**). **Rojas (1994)**, menciona al estudio realizado por **Cavero (1975)**, sobre de la erosión del suelo en la ladera comprendida entre la quebrada de Cruz Blanca y el Gavilán, donde se estima que la pérdida del suelo por efecto de las lluvias fue de 39,50 t/ha/año, estando el 45,75% del área evaluada con suelos severamente erosionados.

La extracción de nutrientes por los cultivos, es otro factor que reduce la capacidad productiva del suelo. La mayoría de suelos tienen un nivel bajo de materia orgánica (menos del 2%)¹; lo cual, repercute negativamente en la degradación de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. De otro lado, la escasa aplicación de tecnologías de abonamiento, no permite una restitución y/o conservación de la capacidad productiva del suelo. Se estima que alrededor del 70%, de los productores utilizan el abonamiento en el cultivo de la papa; siendo para los demás cultivos una práctica casi ausente.

Históricamente, la superficie cultivable por familia se ha reducido a niveles que no permiten el descanso; acentuándose la erosión y la extracción de nutrientes del suelo; por lo cual, es urgente la aplicación de prácticas agrícolas que contribuyan a la restitución de su capacidad productiva.

b) El desaprovechamiento del nitrógeno atmosférico al no incluir leguminosas en las formas de rotación y asociación de cultivos

El 78% del volumen de la atmósfera está compuesto por nitrógeno atmosférico; parte del cual, se puede fijar al suelo por las plantas por medio de las leguminosas, gracias a su capacidad de asociación con las bacterias del género *Rhizobium*. Sin embargo, se observa rotaciones y asociaciones de cultivos que no incluyen leguminosas.

¹ Según datos del Laboratorio de Servicios de Suelos de la Estación Experimental Baños del Inca, Cajamarca del Instituto Nacional de Investigación Agraria.

Se realizan rotaciones entre plantas pertenecientes a las mismas familias botánicas, o que son exigentes para los mismos nutrientes (p.e. maíz (*Zea mays* L.)-trigo (*Triticum aestivum* L.)-cebada (*Hordeum vulgare* L.)-papa (*Solanum tuberosum* L.); o papa-oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)-olluco (*Ullucus tuberosum* Loz.)). También, hay "mezclas" o asociaciones de cultivos que tienen similares requerimientos de recursos (papa+oca, papa+olluco), o que no aprovechan adecuadamente los espacios aéreo y subterráneo (papa+oca+olluco, quinua+maíz, kiwicha+maíz).

Asimismo, es probable que mediante las mezclas o rotaciones tradicionales, no se esté aprovechando el carácter sinérgico de las plantas, ya que la mayoría de estas prácticas son el resultado de un proceso empírico de los productores; a lo cual, se exige una explicación científica a fin de obtener los principios y analizar su funcionalidad.

c) Predominancia de una visión técnica que no valora los recursos productivos locales

Esto se explica principalmente al observar los programas de desarrollo agrícola impulsados por las instituciones estatales (Ministerio de Agricultura), que proponen Programas de Capacitación en base a la dotación de un conjunto de insumos externos como semillas "mejoradas", fertilizantes, pesticidas, implementos de riego y uso de maquinaria agrícola; lo cual, ha generado en muchos productores una mayor dependencia y endeudamiento.

Resulta contraproducente, por ejemplo, la dotación de créditos a los productores para la adquisición de fertilizantes, cuando el estiércol de sus animales domésticos no es utilizado adecuadamente; o la donación de equipos o maquinaria agrícola que funcionan con energía eléctrica, cuando las comunidades no cuentan con tal servicio; actitudes que sin duda, además de ser poco útiles al desarrollo rural, crean dependencia, sentimiento de incapacidad y subordinación de los productores (**Rodríguez y Hesse, 2000**).

La disminución de la productividad de los sistemas agropecuarios ha llevado a una caída del ingreso, estimulando la migración del campo a la ciudad²; generando además problemas de alimentación y empobrecimiento de la población rural³.

1.1.2. El Tema de Investigación

La problemática antes expuesta, se puede abordar desde diferentes puntos de vista. Sin embargo, la potenciación de los recursos productivos, será una estrategia viable, debido a que la actividad agropecuaria es el quehacer cotidiano del productor y porque su productividad aún puede elevarse, pues los recursos productivos están subutilizados (**FAO,1993**). En este sentido, el aspecto tecnológico debe constituir un eje fundamental para la conversión productiva hacia mejores niveles de eficiencia y bienestar. Sin embargo, la búsqueda de un stock tecnológico que ayude a la potenciación de los recursos

² Según Censo Agropecuario de 1996, en el departamento de Cajamarca, habían 942 unidades productivas (0,3% del área agropecuaria), abandonadas y el 17% de los productores no vivían en sus parcelas.

³ Según Censo Agropecuario de 1996, el 74,5% de los productores dijeron que la agricultura no les era rentable.

productivos de las familias campesinas, debe cumplir con requisitos mínimos de eficiencia (en productividad, rentabilidad y manejo del medio) y adaptación a las condiciones socioculturales de los productores.

En este contexto, y con la finalidad de contribuir a la generación tecnológica que lleve a mejores niveles de eficiencia productiva de los sistemas agrícolas de la sierra norte del Perú, se realizó el presente trabajo, que tuvo por finalidad el estudio de asociaciones entre los granos andinos y las leguminosas de grano. Cultivos, que son manejados tradicionalmente por los productores y que tienen singular importancia por su potencial productivo y de mercado. La investigación pretende responder a las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es la asociación más eficiente para los granos andinos: quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.), en la sierra norte del Perú - Cajamarca?
- ¿Cuál es el comportamiento de los cultivos de lenteja (*Lens culinaris* L.), haba (*Vicia faba* L.) y arveja (*Pisum sativum* L.), al asociarse con los granos andinos: quinua y kiwicha?
- ¿Cómo influye una asociación de granos andinos (quinua y kiwicha) con leguminosas de grano (lenteja, haba y arveja), sobre la fertilidad del suelo?
- Con alguna asociación en estudio, ¿Es posible alcanzar un mejor manejo del sistema agrícola, para lograr mayor productividad y rentabilidad y así poder contribuir a la sustentabilidad?

1.2 JUSTIFICACION Y OBJETIVOS

1.2. Aportes y Contribuciones Esperados de la Investigación

a) Aportes

- Contribuir en la generación de información sobre prácticas agrícolas sustentables; que puede servir como insumo del conocimiento científico y para evidenciar la potencialidad de la opción agroecológica en el desarrollo agrícola en los Andes, y específicamente en la sierra norte del Perú.
- Contribuir en el diseño de formas de cultivos más eficientes en el uso de los recursos productivos de los agricultores, al contar con la alternativa de asociar los granos andinos (quinua y kiwicha) con alguna leguminosa de grano (lenteja, haba o arveja).
- Contribuir en la generación de una práctica agrícola para la sierra norte del Perú, en el marco actual de apertura del mercado sobre los granos andinos; y, que por su escaso riesgo, poca inversión y el uso de insumos locales podría ser fácilmente adoptada por los productores.

b) Contribuciones

- **A la comunidad científica:** con la publicación de un documento que evidencia la

posibilidad de la generación de prácticas tecnológicas factibles de potenciar los recursos locales de los productores.

- **A las Instituciones de Capacitación y Asistencia Técnica:** con la entrega de una tecnología fácilmente aplicable a las circunstancias de los productores; lo cual, facilitaría el cumplimiento de sus metas y objetivos de trabajo.
- **A los productores:** quienes se beneficiarían al contar con una nueva opción tecnológica que además de mejorar la productividad de sus sistemas agrícolas, puede proporcionar mayor rentabilidad y mayor cantidad de nutrientes para su alimentación.

1.2.2. Objetivos

a) Objetivo General

Identificar formas biológica y económicamente factibles y eficientes de asociación entre los granos andinos: quinua y kiwicha, con las leguminosas de grano: lenteja, haba y arveja, para la sierra norte del Perú, que contribuyan a incrementar la estabilidad, productividad y rentabilidad del sistema agrícola.

b) Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de las asociaciones de quinua y kiwicha con lenteja, haba y

arveja, sobre la fertilidad del suelo, respecto a los unicultivos respectivos.

- Evaluar el efecto de las asociaciones de quinua y kiwicha con lenteja, haba y arveja, sobre la invasión de malezas, respecto a los unicultivos respectivos.
- Evaluar el efecto de las asociaciones de quinua y kiwicha con lenteja, haba y arveja, sobre el ahorro de la tierra, respecto a los unicultivos.
- Evaluar la rentabilidad de las asociaciones de quinua y kiwicha con lenteja, haba y arveja en comparación con los unicultivos.
- Evaluar la cantidad de nutrientes que se puede obtener con las asociaciones de quinua y kiwicha con lenteja, haba y arveja, en comparación con los unicultivos respectivos.

1.3. HIPOTESIS

a) Hipótesis general:

Mediante la generación de tecnologías de asociación de granos andinos con leguminosas de grano, se contribuirá a mejorar la productividad y rentabilidad de los sistemas agrícolas y al menos a mantener la capacidad productiva del suelo.

b) Hipótesis específicas:

- Con las asociaciones de granos andinos con leguminosas de grano, se mantendrán mejores niveles de fertilidad y humedad del suelo.

- Las asociaciones de granos andinos con las leguminosas de grano disminuirán la presencia y desarrollo de las malezas, respecto a los unicultivos respectivos.
- Al estudiar la asociación de los granos andinos (quinua y kiwicha) con las leguminosas de grano (lenteja, haba y arveja), en todos los casos, la productividad por unidad de área de los unicultivos será mayor que la de la asociación; pero, en esta última se obtendrán valores de Razón Equivalente de la Tierra (RET) y Razón Equivalente de Ingresos (REI), mayores a la unidad, mostrándose una mayor eficiencia productiva y de rentabilidad de las asociaciones, respecto a los unicultivos.
- Al utilizar asociaciones de quinua o kiwicha con lenteja, haba o arveja, se obtendrá mayor rentabilidad (Tasas Marginales de Retorno mayores al 100%), que al sembrar ambos cultivos por separado.
- Las asociaciones de granos andinos con las leguminosas de grano proporcionarán mayor cantidad de nutrientes alimenticios (calorías), respecto a los unicultivos respectivos.

CAPITULO II

MARCO CONCEPTUAL

2.1. Revisión Bibliográfica

a) Aspectos Generales

El requerimiento mínimo calórico per cápita según FAO es de 2 500 calorías, siendo el límite de muerte 1 200. En Perú, la Encuesta Nacional de Alimentación de 1995, estimó un consumo calórico per cápita de 1 870 calorías; es decir, que hoy con la agudización de los problemas socioeconómicos, estaremos más cerca del límite de muerte (**Díaz,1995**). Estos datos son preocupantes y muestran que la población peruana no posee una adecuada alimentación. Según ACC/SCN (1992), citado por **Equipo Académico del Programa Magister (1999.)^a**, en Perú, alrededor del 13% de los niños se encontraban malnutridos.

De otra parte, nuestro país posee gran potencial productivo, expresado en biodiversidad y zonas de vida natural. Se tiene 84 de las 104 zonas de vida natural establecidas por Holdridge y Tossi (**Tapia,1993**); lo cual junto al conocimiento campesino y la tradición agraria milenaria, conlleva el reto para volver a producir y consumir alimentos sanos sosteniblemente, meta por ahora, aún muy difícil de alcanzar.

A nivel mundial, se reconoce que los recursos naturales son limitados y no se los debe continuar "explotando" con una visión economicista. Se exige alternativas para recuperar

o al menos mantener los procesos ecológicos fundamentales que sostienen la biósfera. Se plantea reestructurar la relación sociedad-naturaleza, fomentar y poner en práctica el ecodesarrollo (**Yurjevic,1999**)^a; un enfoque que se está ampliando; sin embargo, para la aplicación de sus principios y fundamentos aún se requieren mucha investigación y trabajo de campo.

La agricultura ha sido la actividad esencial para la supervivencia y el bienestar humano, pero también ha sido la actividad que más ha afectado al ambiente. **Yurjevic (1999)**^b, sostiene que por efecto de la actividad humana el daño medioambiental, incluyendo la pérdida de resiliencia de los ecosistemas ocurre en forma abrupta y a menudo es irreversible. Al tener conciencia de ello, en las últimas décadas, se ha llegado a fortalecer nuevas tendencias conceptuales y metodológicas de intervención humana. Se plantea una agricultura sostenible que tenga las bases en la agroecología (**CLADES,1995**); es decir, una agricultura alternativa, que entre otros elementos lleve a una reducción del gasto de energía; pues, según **Odum**, citado por **Mollinson y Holmgren (1984)**, los rendimientos de la agricultura moderna no se deben a métodos eficientes o sostenibles, sino a un alto subsidio de energía.

No obstante, del avance del enfoque sobre la conservación y uso racional del medio ambiente, existe poca conciencia y educación sobre la sustentabilidad y sobre las causas de la degradación de los recursos naturales. Existe una falta de difusión de información relevante sobre manejo y protección de recursos naturales, especialmente, en lo que se refiere a la protección de la biodiversidad (**Equipo Académico del Programa Magister,1999**)^b. En este sentido, y al considerar que el mercado viene a ser el eje motriz del desarrollo económico, el

Equipo Académico del Programa Magister (1999)^a, sostiene que en el contexto actual la resolución de desafíos dependerá de la capacidad para aprovechar las ventajas comparativas, y plantea que para fomentar el crecimiento y aliviar la pobreza en América Latina, la consolidación de un dinámico sistema de producción alimentaria y agrícola viene a ser una estrategia importante.

La agricultura tiene relaciones muy estrechas con la alimentación, la nutrición, la pobreza, el deterioro de los recursos naturales y la competitividad (**Yurjevic,1999**)^c; por ello, la pobreza y extrema pobreza en América Latina, están mayormente acentuadas en las áreas rurales, donde la situación es insostenible para los pequeños agricultores. El **Equipo Académico del Programa Magister *op. cit.***, sostiene que para que los pobres alivien su condición, se les debe proporcionar bienes públicos, incluyendo investigación y tecnologías agrícolas, transporte e información sobre el mercado para que puedan actuar con eficiencia productiva y económica. Por lo tanto, según **Yurjevic *op. cit.***, la idea consiste en aplicar un enfoque sistémico a la agricultura, la alimentación, los recursos naturales, la pobreza y el desarrollo rural, que destaque la multidimensionalidad e interdependencia de sus vinculaciones con el resto de la economía y la sociedad; de manera que la competitividad agrícola esté relacionada con mayores rendimientos, menores costos de producción y mejores precios; para lo cual, el agricultor debe contar con información, bienes y servicios relevantes.

Para lograr un cambio, **CLADES (1995)**, sostiene que la investigación y el desarrollo agrícola debieran operar con un enfoque desde abajo, a partir de: **i)** la gente del lugar, **ii)** sus necesidades y aspiraciones, **iii)** sus conocimientos de agricultura; y, **iv)** sus recursos naturales

autóctonos. **Rosset (1997)**, sostiene que se debe apostar por un modelo alternativo de agricultura, que reduzca drásticamente la dependencia en insumos y equipos externos. En este enfoque, es posible impulsar la Agricultura de Bajos Insumos Externos y Sustentable (ABIÉS), como una vía para alcanzar la agricultura sustentable; es decir, una agricultura ecológicamente adaptable, económicamente viable, socialmente justa y solidaria (**Reijntes et al,1995**); con lo cual, será posible fomentar un desarrollo más endógeno y protagónico (**FAO,1993**). Sin embargo, esta concepción lógica y viable, es totalmente opuesta a la orientación de las políticas de los gobiernos nacionales, como en el caso del Perú, donde se ha excluido a la agroecología como una ciencia que puede ayudar eficazmente al desarrollo agrícola; postergando la eficiencia tan esperada.

Al abordar las prácticas agrícolas eficientes, **García (1999)**, sostiene que la diversificación es una de las principales herramientas con que cuenta la agroecología para el diseño de sistemas sustentables; donde los policultivos tienen suma importancia por constituir una diversificación espacial del sistema agrícola. Afortunadamente, los policultivos aún son formas básicas de la agricultura campesina de la sierra norte del Perú que permiten cumplir múltiples objetivos de la vida familiar (**Kholer y Tillmann,1988**).

En cuanto a los sistemas de manejo, **Altieri (1983)**, afirma que los sistemas más eficientes se basan en el uso de leguminosas, que es una forma de captar e incorporar nitrógeno y mantener la fertilidad orgánica del suelo con un menor costo. La cantidad de nitrógeno que puede fijar una especie de leguminosa es variable, dependiendo de la especie de planta, de la cepa de bacteria simbiótica, de las condiciones del suelo, etc. **CLADES (1992)**, menciona fijación

entre 149 y 168; 158 y 223; y, 155 y 174 kg de N₂/ha/año para los cultivos de lenteja, haba y arveja, respectivamente.

La agricultura andina ha proporcionado a la humanidad productos altamente nutritivos como los granos andinos: la quinua y la kiwicha. Estos granos, son altamente proteicos y se pueden producir ventajosamente en condiciones de alta montaña bajo sistemas diversificados; sin embargo, aún falta mucha investigación en esta área (**Hernández y León, 1992**).

Por tanto, mientras un análisis nutricional global de nuestro país, indica que estaríamos cerca al nivel de límite de muerte, tenemos cultivos subutilizados nutritiva y productivamente. Así **Fano y Benavides (1992)**, en un estudio indican que quinua y kiwicha, de todos los alimentos importados y nacionales que se consumen en el Perú, ocupan el tercer y cuarto orden de mérito respectivamente, en cuanto al aporte calórico (después del tarwi o chocho: *Lupinus mutabilis* Sweet. y la cañihua: *Chenopodium pallidicaule* Aellen); y, el cuarto y tercer orden de mérito, en cuanto al aporte proteico, respectivamente (después de tarwi y cañihua). De otro lado, en cuanto a su productividad **Mujica et al (1992)**, sostienen que sus rendimientos están muy por debajo de su potencial productivo, siendo el promedio nacional 800 kg/ha, habiéndose obtenido a nivel experimental rendimientos de hasta 4 000 kg/ha. Lo cual, indica que se debe impulsar la generación y difusión de tecnologías en estos valiosos recursos andinos.

b) Antecedentes relativos a la Investigación

El término de cultivos múltiples o policultivos⁴ se refiere a la producción de dos o más cultivos que coinciden en el espacio, al menos durante parte de su ciclo de vida (García,1999). Según Francis (1986), los policultivos, fue el primer tipo de organización de la agricultura que giró alrededor de la necesidad de producir alimentos; luego, ha evolucionado para encontrar una diversidad de nichos geográficos y climáticos. En la sierra peruana, cada agricultor tiene alguna variante de policultivos, propias a microcondiciones únicas y las necesidades de su familia.

Los policultivos se han mantenido en los países en vías de desarrollo (Francis *op. cit.*); y han permitido a los agricultores maximizar el uso de los recursos como: temperatura, radiación solar, humedad, nutrientes, etc.; sin embargo, la investigación agronómica los ignoró, hasta que las investigaciones de Bradfield (1964, 1969, 1970, 1972), en las Filipinas, llamaron la atención; y ahora hay un creciente interés científico para explorar con detalle estos complejos sistemas, y ver qué se puede aprender de los agricultores para aportar al mejoramiento de la agricultura sobre la base de la ciencia y la tecnología (García *op.cit.*).

Una de las interrogantes que los expertos deben abordar es *¿por qué los policultivos constituyen el tipo de agricultura de los campesinos de bajos recursos de todo el mundo?.*

García *op. cit.*, sostiene que la razón estará en la posibilidad de obtener un mayor rendimiento por unidad de área. El mismo autor, menciona a Vandermeer (1990) y Altieri (1997) que

⁴ En este documento, se admite los términos: cultivos múltiples y policultivos como sinónimos.

refieren las siguientes razones sociales para la existencia de los policultivos en las comunidades indígenas y los sistemas agrícolas de campesinos de escasos recursos: **i)** la importancia de proteger al suelo de la erosión y de proteger sus recursos productivos; **ii)** el mantenimiento de los recursos genéticos; **iii)** una mejor distribución de las necesidades de trabajo; **iv)** una mayor estabilidad de la producción; **v)** menores riesgos de pérdida de cosecha; **vi)** una dieta mejor balanceada; **vii)** mayores alternativas de disponer de diferentes productos para el mercado; y, **viii)** menor dependencia externa de insumos para mantener sus producciones.

Modelos de policultivos se hallan en todo el mundo; sin embargo, la mayor diversidad e interés se halla en los trópicos y especialmente en las regiones donde los agricultores operan intensivamente en una limitada extensión de tierra (**Francis,1986**), como en el Perú, donde el 55,3% de los productores tienen menos de 3,0 ha y el 84,3% son considerados agricultores minifundistas o pequeños agricultores (**INEI,1996**). En la provincia de Chota, Cajamarca, Perú; **Narro (1991)**, al realizar un sondeo sobre el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), sostiene que el 89% de los agricultores entrevistados cultivan el maíz asociado con frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); sin embargo, existen áreas cercanas a las viviendas en donde además del frijol, se ha observado asociaciones de maíz con otros cultivos como: chiclayos y zapallos (cucurbitáceas), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), haba, camote (*Ipomea batata*), kiwicha o coyo, quinua, etc.

En cuanto a las interacciones entre las plantas que intervienen en un policultivo, **Harper (1977)**, citado por **Stephen (1986)**, sostiene que una planta puede influir en otras que están

junto a ella al modificar su medio ambiente. Estas modificaciones pueden ser por medio de la eliminación o la adición de reacciones. Muchos efectos indirectos en el medio ambiente también pueden afectar las especies cercanas, esto puede ser al afectar las condiciones de temperatura, la insolación sobre la superficie del suelo, el movimiento del viento y alterando el balance entre los insectos benéficos y los insectos plaga. Sin embargo, el autor también manifiesta que la separación del efecto de cada uno de estos factores es extremadamente difícil, y que el manejo apropiado de los sistemas, solamente, será posible sobre la base de resultados de investigaciones ecológicas.

Existen muchas interacciones e influencias de los policultivos sobre los recursos productivos. De manera general, si en el sistema agrícola los recursos necesarios para mantener el desarrollo y rendimiento de los cultivos son limitados, entonces la producción puede decaer. Si los recursos son limitados para un policultivo, una especie de la mezcla puede captar los recursos necesarios de una mejor manera o en un período más corto respecto a la otra u otras; generando el fenómeno de la competencia, dando como resultado la depresión del rendimiento de una de las especies. Al respecto, **Peralta et al (1998)**, al realizar un estudio de Evaluación de Variedades de Maíz en Asociación con Variedades de Frijol a diferentes densidades de población, encontraron que el maíz blanco tardío redujo el rendimiento del frijol en un 9%. Otros ejemplos de competencia han sido reportados por muchos autores como **Trenbath (1976)** y **Harper (1977)**. En la sierra norte del Perú, **Tejada (2000)** al generar una tecnología de asociación de maíz con oca, observó que el rendimiento del maíz en la asociación con la oca se redujo en 9,26%; mientras que la oca al asociarse con el maíz tuvo una reducción de su rendimiento en 46,16%. En cuanto al estudio de la competencia, cuando

las investigaciones se han orientado, para conocer sus mecanismos, los resultados han sugerido una completa interacción de factores (**Stephen,1986**).

De otro lado, hay policultivos en los que se muestra incrementos en el rendimiento, o que la disminución del rendimiento no es significativa respecto al unicultivo. En este caso, las ventajas en el rendimiento son atribuidas a la complementariedad de las interacciones entre los cultivos que se asocian, dando como resultado un uso más eficiente de los recursos del medio. Al respecto **Stephen op. cit.**, cita el estudio realizado por **Willey y Reddy (1981)**, en el cual se cultivó mijo debajo de nueces. Los autores concluyeron que el mijo se benefició del nitrógeno disponible presente en el suelo cuando había hileras de las nueces; por el contrario, las plantas de mijo presentaron un color pálido por falta de nitrógeno cuando no se tenían las nueces.

En cuanto a la luz solar, la desigual captura por parte de uno de los cultivos respecto a otro, explica la dominancia de las mezclas; sin embargo, en un sistema múltiple se puede tener interacciones de varios factores (**Stephen op. cit.**).

El agua es otro recurso que interactúa con otros recursos. Hay muchos ejemplos en los cuales su efecto puede ser mayor en uno de los cultivos de la mezcla, ocasionando la depresión de su rendimiento (**Trenbath,1976; Harper,1977**; citados por **Stephen, op cit**). La deficiencia de agua, puede tener un efecto en la falta de solubilización y absorción de nutrientes. La escasa longitud de las raíces de uno de los cultivos, también constituiría una limitante cuando se tiene

períodos de estrés hídrico; pero también es una característica que impide la normal absorción de los nutrientes de la solución suelo (**Stephen,1986**).

El mantenimiento de la humedad del suelo depende de la especie de cultivo. En un estudio, para determinar la humedad del suelo a diferentes profundidades en una asociación de manzanas con *Lolium multiflorum*, *Poa annua* y *Pheum pratense*; **Milthorpe (1961)**, citado por **Stephen op. cit.**, llegó a la conclusión que debajo de *Lolium multiflorum* se redujo la humedad en una mayor magnitud que en las otras dos especies; lo cual, repercutió en una menor producción las manzanas. También la existencia de malezas, puede tener un efecto en la humedad del suelo; **Tejada (1997)**, encontró que la presencia de Trébol Carretilla (*Medicago polymorpha* L.), en un campo de maíz en fase reproductiva, mantenía un 1,22% de humedad más que los espacios donde no existía la maleza.

La alelopatía, es otro tipo de relaciones que puede presentarse en un policultivo; es decir, la capacidad que tiene una planta para la producción de sustancias químicas secundarias, seguida de su liberación en el medio y su subsecuente efecto en las plantas asociadas. Sin embargo, ocurren muchas dificultades cuando se trata de separar la alelopatía de otras formas de interferencia, especialmente con la competencia (**Putnam y Duke,1978**; citados por **Stephen, op. cit.**). Los cultivos que producen compuestos alelopáticos pueden tener efectos importantes en una asociación, o sobre otros cultivos sembrados después o sobre las malezas. Por ejemplo, la alelopatía mostrada por *Cucurbita pepo* en un sistema asociado con maíz y frijol, hacia las malezas *Vigna sinensis* y *Brassica oleracea* (**Stephen op. cit.**).

También pueden haber relaciones agronómicas positivas entre los cultivos que se mezclan. **Pronin y Yakovlev (1970)**, citados por **Stephen (1986)**., reportaron que los rendimientos del maíz y el frijol forrajero incrementaron en una siembra mixta; y sostienen que la influencia fue asociada con un incremento favorable de las secreciones radiculares de ambos cultivos, más que debido a un suplemento de nitrógeno por la leguminosa al sistema. Otro ejemplo, se refiere a la siembra intercalada de *Cucurbita pepo* en un cultivo asociado de maíz con frijol para formar un policultivo, que se realiza en sureste de México; lo cual, ayuda para el control de malezas (**Chacón y Gleissman,1982; Gleissman,1982**; citados por **Stephen, op. cit.**); y permite el incremento del rendimiento del maíz y eleva la Relación Equivalente de la Tierra (**Amador y Gleissman,1982**; citados por **Stephen, op. cit.**).

El mutualismo es otro tipo de relación entre los componentes bióticos del sistema. Ocurre muchas veces que cuando una especie está ausente, las otras sufren. También resulta difícil separar mutualismo de los beneficios encontrados en sistemas de policultivos benéficos. La simbiosis es un término muy conocido que refiere las interacciones del mutualismo. Ecológicamente la simbiosis es definida como la permanente e íntima asociación de dos o más organismos (**Whittaker,1975**; citado por **Stephen, op. cit.**).

La fijación simbiótica de nitrógeno, es la interacción mutualista más conocida. Las leguminosas con su acompañante, la bacteria del género *Rhizobium*, han jugado un rol muy importante en la agricultura (**Phillips,1980**; citado por **Stephen, op. cit.**). Los beneficios de la mezcla de una leguminosa con otro cultivo, provienen de las interacciones como la excreción de nitrógeno de la leguminosa para su uso por el otro cultivo; así como la estimulación de los

microorganismos del suelo y el retorno del nitrógeno al suelo (**Wilson,1940**; citado por **Stephen,1986**).

En cuanto a estructura, **Francis (1986)**, sostiene que en la mayoría de los policultivos siempre hay un cultivo principal; como el maíz en Centro América y las partes altas de los andes; la yuca en las tierras bajas de Colombia, Venezuela y Brasil; la papa en las partes altas de los andes; siendo el cultivo principal el que proporciona alimentos o ingresos en una mayor magnitud a la familia.

La mayor eficiencia en uso de recursos en los policultivos, se obtiene cuando se logra combinar especies en las formas y en los momentos adecuados, que permitan: **i)** reducir a niveles adecuados los efectos de la interferencia entre las plantas, **ii)** que se logre una facilitación, que se produce cuando una especie modifica el ambiente en un sentido positivo para la otra; ó **iii)** se complementen el empleo de los recursos disponibles (**García,1999**). Pero, también puede ocurrir lo contrario; es decir, una competencia excluyente, donde una de las especies domine a la otra, reduciendo fuertemente su desarrollo y haciéndola desaparecer del sistema, o se pueden afectarse mutuamente, dando como resultado una debilidad productiva y competitiva. Por lo tanto, se debe evitar la competencia excluyente, para obtener resultados satisfactorios (para tener una Relación Equivalente de la Tierra -RET- mayor a la unidad). Por ejemplo, la interseembra en hileras es más ventajosa cuando se combinan cultivos de porte alto con plantas de porte bajo y cuando tienen diferente duración de crecimiento. Esto generalmente funciona cuando los cultivos que se combinan tienen diferentes necesidades de luz y otros recursos, tanto en el tiempo como en el espacio. Esto

ocurre en el policultivo maíz-frijol, en donde el primero tiene una alta necesidad de luz, pero tiene hojas más erectas que dejan pasar cierta cantidad de luz que es empleada por el frijol que al ser una planta de tipo C3 y tener tapiz de hojas más abierto, requieren menos luminosidad para obtener una alta tasa de fotosíntesis, además de cubrir una mayor área (**García,1999**).

Numerosas investigaciones han mostrado las ventajas en los rendimientos de los policultivos respecto a los monocultivos. Esto, se correlaciona con el uso de una proporción mayor de los recursos disponibles de luz, agua y nutrientes (**Liebman,1995**). Así por ejemplo, el sistema de policultivos puede favorecer que las plantas dirijan hacia sus partes cosechables una proporción mayor de las sustancias elaboradas a través de la fotosíntesis y de lo que toman por las raíces. Por ejemplo, **Natarajan y Willey (1981)**, citados por **Liebman op. cit.**, observaron que cuando una leguminosa crecía sola, las semillas constituían el 19% del peso total de la parte aérea de la planta; sin embargo, cuando estaba en policultivo con sorgo, la leguminosa asignó 32% de su peso total de su parte aérea hacia las semillas; es decir, hubo un 68% de incremento.

Los policultivos, también contribuyen a facilitar el manejo agronómico por parte del agricultor. Así, generalmente permiten una menor incidencia de malezas, plagas y enfermedades. En el control de malezas, **García op. cit.**, sostiene que los policultivos son muy efectivos, reduciendo el número de deshierbos, lo cual conjuntamente con los incrementos de rendimientos, puede acrecentar los ingresos netos del sistema. Así, el autor refiere que, el melón y el camote asociados a los cultivos de ñame, maíz o yuca, reemplazó tres deshierbos manuales en comparación con el monocultivo de estos últimos cultivos. De

otro lado, **Liebman y Diyck (1993)**, citados por **García (1999)**, observaron que cuando los policultivos se establecen con criterios múltiples (control de erosión, malezas, aumento de fertilidad, rendimiento), se realiza un control más efectivo de las malezas que cuando se establecen para atender a un sólo criterio (como rendimiento). No obstante del efecto de los policultivos para el control de malezas, **Liebman (1995)**, sostiene que aún no se establecen bien los factores que afectan el éxito del control de las malezas en los policultivos, lo cual, implica la necesidad de profundizar la investigación en este campo. Pero, se considera que el mejor control de malezas por los policultivos es frecuentemente atribuida a la presencia de copas más densas, las que interceptan la luz que de otro modo llegaría a las malezas.

En cuanto a los insectos plagas, según **Liebman *op. cit.***, la documentación científica muestra que éstas, frecuentemente, son menos abundantes en los policultivos que en los monocultivos. **Risch et al (1983)**, al revisar 150 trabajos de campo publicados, encontraron que el 53% de las especies de plagas que se presentaron eran menos abundantes en los policultivos, 18% lo eran más, 9% no mostraban diferencia alguna y 20% tenían una respuesta variable. De igual manera, **García *op. cit.***, reporta que los policultivos son muy efectivos para controlar las plagas y enfermedades; y cita a **Andow (1991)**, quien al realizar una revisión de 209 artículos, halló una menor y significativa concentración de insectos plaga en los policultivos y una mayor cantidad de enemigos naturales. La mayor presencia de enemigos naturales, se atribuye a un incremento en la variedad y cantidad de fuentes disponibles de alimentos, mayor variedad de presas y hospederos que existen en los diferentes hábitat del policultivo, mejores condiciones de microhábitat, que permiten persistir no solamente a los enemigos naturales, sino a las presas y los hospederos, por lo cual, se estabilizan las poblaciones de depredador-

presa y parasitoide-huésped y hay más disponibilidad de néctar y polen. Todos estos factores pueden ayudar a mejorar el éxito en la reproducción, supervivencia y eficacia de los enemigos naturales.

De otro lado, la menor cantidad de insectos plagas en los policultivos se explica por dos hipótesis: **i)** la de la existencia de los enemigos naturales; y, **ii)** la de concentración de recursos, referida a que cuando las plagas tienen un limitado número de huéspedes, tienen mayores dificultades para permanecer en cultivos pequeños y dispersos (policultivo) en comparación a cultivos grandes y densos (monocultivo) (**García 1999**).

En cuanto a enfermedades, no se tiene mucha información (**Sumner et al,1981**, citado por **Liebman,1995**). Sin embargo, el microclima de los policultivos puede ser menos favorable para el desarrollo de las enfermedades. Se ha reportado la reducción de enfermedades bacterianas y virales. Tenemos por ejemplo, que la asociación de frijol-maíz, redujo la incidencia del virus del mosaico común, encontrándose una incidencia del 12,4% en el policultivo mientras que en el monocultivo fue de 25,7%. Se ha observado, también, una disminución de la varias enfermedades de las arvejas cuando sus enredaderas se enroscan alrededor de los cereales asociados que cuando yacen dispersos sobre el suelo (**Liebman op. cit.**).

En cuanto al diseño de policultivos, **García op. cit.**, refiere que se debe tener en cuenta pautas de tipo biológico, económico y social, a fin de alcanzar la eficiencia esperada. Entre las consideraciones se tiene: **i)** que los cultivos deben crecer y estar adaptados a las condiciones

edáficas y climáticas del área de influencia, **ii)** ser compatibles en sus sistemas fisiológicos, **iii)** complementarse en sus necesidades de recursos, potenciando las funciones ecosistémicas y la sinergia, **iv)** aumentar la productividad total del sistema, **v)** minimizar los riesgos para el productor, **vi)** distribuir el trabajo lo más homogéneo posible en el tiempo, **vii)** reducir los costos externos, **viii)** mantener el flujo de productos al mercado y por lo tanto las entradas monetarias, **ix)** tener en cuenta las necesidades básicas de alimentación de la familia, sus animales y otras necesidades; y, **x)** proteger los recursos productivos.

En cuanto a la posibilidad de ahorro de la tierra con los policultivos, muchos autores han reportado valores de la Relación Equivalente de la Tierra (RET), mayores a la unidad. Así, **Natarajan y Willey (1981)**, citados por **Liebman (1995)**, mostraron la eficiencia del policultivo de sorgo con leguminosa en la India. Ellos encontraron que se necesitaban 0,94 hectáreas de monocultivo de sorgo, y 0,68 hectáreas de monocultivo de la leguminosa para producir las mismas cantidades de ambas cosechas en policultivo de 1,0 hectárea; es decir, en este caso la RET, estaría dada por $0,94+0,68=1,62$. El rendimiento de cada cultivo de la asociación se redujo por la competencia de la otra especie, pero el rendimiento total del policultivo, por unidad de superficie fue un 62% mayor que en el monocultivo; mostrando una mejor eficiencia en el uso de la tierra.

De otro lado, la agricultura es una actividad económica que debe responder a la globalización de la economía; por lo cual, también se exige una evaluación de rentabilidad de los policultivos. Respecto a ello, **García (1999)**, afirma que la mayor rentabilidad de los

policultivos se debe a mayores rendimientos por unidad de área, pero también a una menor labor por deshierbos o por la reducción de pérdidas de cosecha.

En cuanto a rentabilidad, **Sánchez (1981)**, citado por **García (1999)**, al realizar una revisión sobre manejo de suelos en sistema de policultivos, concluye que una hectárea de cultivo intercalado puede producir un ingreso entre 6 a 45% superior que dos medias hectáreas (0,5 ha) de los monocultivos respectivos. Así encontró, valores para la Relación Equivalente de Ingreso (REI), de 1,06 y 1,45, para las siembras en hileras de maíz-algodón y maíz-frijol mungo, respectivamente. A lo cual, se puede agregar que este ingreso puede ser mayor cuando se intercalan más de dos cultivos (**Soria et al,1975**).

Asimismo, se debe considerar que la evaluación de los policultivos puede considerar varios criterios, inclusive la producción calórica y de proteínas por hectárea por día (**Wade y Sánchez, 1984**; citados por **Liebman,1995**); lo cual, proporcionaría mayores elementos de juicio para un análisis más completo de este tipo de agricultura.

c) **Los Cultivos y Trabajos de Investigación en la Zona de Estudio**

La quinua y kiwicha son especies anuales de diversos colores. Botánicamente, pertenecen a la Clase Dicotiledoneae y al Orden Centrospermales. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), pertenece a la familia Chenopodiaceae, mientras que la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.), a la familia Amaranthaceae (**Mujica y Berti,1997 y Mujica,1993**). Estos granos andinos son importantes por su valor alimenticio y nutricional, sobresalen en su contenido de proteínas,

grasas, vitaminas y minerales; destacando el contenido y el valor alimenticio de su proteína determinado por la calidad de aminoácidos. Tienen un aminograma adecuado para alcanzar una nutrición balanceada. Su proteína es comparable a la albúmina del huevo y a la caseína de la leche, dos proteínas de reconocida calidad (ver Anexo 02). Por ejemplo, en kiwicha se ha determinado más de 15 aminoácidos útiles para el ser humano; de éstos, 8 son esenciales que escasean en los alimentos comunes y que el cuerpo humano no los puede sintetizar como son: lisina, metionina, triptófano y cistina. Es destacable el contenido de lisina en estos granos, un aminoácido que interviene en la formación de nuestra masa encefálica (**Ortega,1992; Angulo,1993**). Por tanto, estos cultivos se pueden potenciar para superar la malnutrición de las poblaciones rurales y urbanas de nuestro país.

Los granos andinos son oriundos de los Andes y están aún subexplotados (**Tapia,1997**). Aunque se pueden cultivar desde el nivel del mar hasta altitudes de alrededor de 3 000 m; en la sierra norte, comprendida al norte de los 8°30'LS, la zona agroecológica óptima para su desarrollo es la quechua, entre los 2 500 y 2 800 msnm, que coincide con la zona del maíz. Sin embargo, también muestran una amplia adaptación, siendo cultivados en pequeñas áreas⁵ y en asociación con otros cultivos, especialmente, el maíz.

Tradicionalmente, son manejados extensivamente, sin recibir la atención necesaria para obtener una buena producción. En algunos lugares, se cultivan sin abonamiento y en muchas veces no reciben un desmalezado en forma oportuna; pero, esta condición de manejo está cambiando en los últimos años, debido a una mayor demanda en el mercado.

Tanto en quinua como kiwicha, se tiene una alta variabilidad genética, hay ecotipos con diferentes tipos de respuesta a las variadas condiciones físico-climáticas de la sierra norte, que pueden contribuir, significativamente, para dar mayor sustentabilidad a los sistemas de producción campesina. Los agricultores utilizan cultivares de variados colores, realizando la siembra en líneas entre melgas del maíz (5 a 6 líneas de maíz, por 1 línea de quinua o kiwicha), teniendo alrededor de 150 plantas por metro lineal al momento de la cosecha, estimándose un rendimiento de 750 a 800 kg de grano por hectárea (**Tejada,1999**).

Dado que los granos andinos se cultivan en pequeñas áreas y generalmente en sistemas de policultivos, el ataque de plagas no es significativo en la zona. En cuanto a enfermedades, en la quinua el ataque del Mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.), ocurre estacionalmente cuando se tiene una alta humedad relativa en el ambiente (mayor al 80%) (**Danielsen y Ames,2000**); sin embargo, a nivel de productores, no se observa daños significativos de esta enfermedad.

La producción de quinua y kiwicha, se destina generalmente para el autoconsumo familiar. No obstante, de su alto valor nutritivo, estos granos participan en un bajo porcentaje de la dieta familiar campesina y urbana de la zona, generalmente por el desconocimiento de sus propiedades alimenticias y por haber sido considerados por siglos, como alimentos de bajo prestigio social, actitudes que poco a poco están cambiando (**Fano y Benavides, 1992**).

⁵ A nivel del departamento de Cajamarca, se estima unas 20 y 140 ha para los cultivos de quinua y kiwicha, respectivamente (Oficina de Información Agrícola del Ministerio de Agricultura Cajamarca. 1997).

De otro lado, los cultivos de lenteja, haba y arveja han sido introducidos de otras partes del mundo⁶, pero han sido adoptados por los productores e incorporados al manejo tradicional ocupando áreas significativas de la sierra nor peruana⁷. Botánicamente, pertenecen a la Clase Dicotiledoneae, al Orden Rosales y a la familia de las leguminosas o fabaceae **(Sánchez,1993)**. La lenteja (*Lens culinaris* L.) y arveja (*Pisum sativum* L.), generalmente se siembran como unicultivos ocupando suelos marginales de ladera; aunque, en algunas pequeñas áreas se encuentran asociados a cereales de grano pequeño (trigo, cebada). El haba (*Vicia faba* L.), generalmente, se encuentra asociada al maíz y papa ocupando suelos de mejor calidad y en las partes de mayor altitud (sobre los 3 000 m), se siembra en unicultivo. **(Chaupe,1995 y Pajares,1999)**.

En el sistema tradicional, las hileras de siembra para estas leguminosas son alrededor de 40 cm entre ellas, teniendo entre 12 a 15 plantas por metro lineal para arveja y lenteja, respectivamente, y alrededor de 8 plantas por metro lineal para haba. Las prácticas de abonamiento son generalmente ausentes en estos cultivos. Se utilizan variedades tradicionales, aunque el mercado ha impulsado el uso de algunas variedades mejoradas como por ejemplo: en arveja: Blanca de Junín y Usui y en Lenteja la variedad INIA-402 **(INIA,2000)**. En cuanto a plagas, la arveja en las últimas campañas ha sido afectada por una especie de áfido (*Macrosiphum* sp.); sin embargo, aún no se ha intensificado el control químico para esta plaga. En cuanto a enfermedades, las tres especies son atacadas por las pudriciones radiculares (hongos pertenecientes a los géneros *Fusarium*, *Phytophthora*,

⁶ Según N.I. Vavilov (1887-1940), estas especies proceden del Centro de Origen del Asia Central.

Phythium y *Rhizoctonia*), cuando se tiene una excesiva humedad en el suelo; pero, también la Mancha Chocolate (*Botrytis* sp) en haba y Antracnosis (*Colletotrichum pisi*) en arveja, suelen presentarse en forma significativa en algunas campañas agrícolas (**Cortez,1993; Carranza,1984; Perales,1993**).

Además de destinarse para el autoconsumo familiar, estas leguminosas juegan un rol importante en la economía del productor, destinándose alrededor del 60% de su producción para el mercado. La lenteja y haba se comercializa como grano seco, mientras que la arveja se destina en un alto porcentaje como grano fresco.

En la sierra norte del Perú hay varios tipos de policultivos. La siembra de maíz con frijol es muy difundida; sobre la cual, se han realizado diversas investigaciones a nivel mundial; pero también existen otros policultivos de no menor importancia donde el maíz es el cultivo principal, como es el caso de maíz+quinua, maíz+kiwicha y maíz+haba; sobre los cuales, no se ha realizado investigaciones. Asimismo, otros cultivos son generalmente asociados por los pequeños agricultores, en los cuales se incluye diversas formas como: avena+lenteja; papa+arveja; papa+quinua; papa+kiwicha; quinua+haba; olluco+tarwi; oca+olluco+tarwi; etc. Al considerar que la existencia de cultivos múltiples con las especies de quinua, kiwicha, lenteja, haba y arveja es a nivel empírico campesino, sin haber estudiado con detalle su performance, el Programa de Investigación en Cultivos Andinos de la Estación Experimental

⁷ A nivel del departamento de Cajamarca, se estima unas 500, 2 500 y 10 000 ha para los cultivos de haba, lenteja y arveja, respectivamente (Oficina de Información Agrícola del Ministerio de Agricultura Cajamarca. 1997).

Baños del Inca del Instituto Nacional de Investigación Agraria, ha realizado una investigación

preliminar sobre la asociación de quinua con leguminosas de grano, cuyos resultados fueron **(Tejada,1998 y Tejada,1999):**

- i) En la Campaña Agrícola 1997-98, al evaluar las asociaciones de quinua+lenteja y quinua+arveja en dos momentos de siembra, se concluye que la siembra simultánea de quinua+lenteja es una alternativa promisoriosa, habiéndose obtenido una Relación Equivalente de la Tierra (RET) de 1,70. Esta asociación fue al colocar la lenteja en chorro continuo a 15 cm de las hileras de la quinua; las cuales, fueron sembradas en surcos separados a 0,80 m.

- ii) En la Campaña Agrícola 1998-99, al continuar con la investigación para evaluar las asociaciones de quinua+lenteja y quinua+arveja, se observó valores de RET, equivalentes a 1,20 y 1,59 para el caso de quinua+lenteja y quinua+arveja, respectivamente; concluyéndose que uno de los tratamientos promisorios sería quinua+lenteja, intercalando líneas de siembra de ambas especies y que se debe continuar la investigación incluyendo el cultivo de haba.

2.2. Enfoque del Trabajo de Investigación

La vida humana se basa en la utilización de los recursos naturales. El nivel de vida de los

pueblos, de las familias, de los productores depende fundamentalmente de la calidad y uso que ellos den a sus recursos. En este sentido, la abundancia de recursos naturales no es equivalente de adecuado nivel de vida, de lo contrario no habría pobreza en nuestro país, pues el Perú es considerado con un gran potencial de recursos naturales.

¿Que ocurre entonces? Lo que pasa es que no damos un adecuado uso a nuestras potencialidades naturales, por múltiples motivos. Al analizar las razones de ello, talvez podríamos llegar a una red interrelacionada y compleja de factores. Sin embargo, para nuestro propósito se debe enfatizar el aspecto de la agricultura en el país.

En forma breve, se puede decir que en el Perú no ha existido una política agraria que atienda los intereses de las mayorías. La promoción agrícola ha priorizado, en un primer momento, a los productos agroindustriales de exportación o para la industria nacional; algo después, con la promoción de la revolución verde, se amplió a nivel nacional la introducción de tecnologías en los mejores suelos (costa peruana), con efectos positivos a corto plazo pero con efectos dañinos y una producción insostenible a largo plazo.

La investigación y transferencia de tecnología agrícola, ha priorizado la generación y difusión de tecnologías de insumo, que han promovido el uso de insumos y recursos externos a las comunidades y familias rurales como el uso de fertilizantes químicos, de plaguicidas, de semillas mejoradas, equipos de riego, etc.; lo cual, ha generado ganancias económicas a los comercializadores de estos insumos o materiales y ha beneficiado a los habitantes urbanos.

De otro lado, se conoce que el Perú, es tradicionalmente agrícola. Los lugares donde ahora habitamos, en tiempo pasado mantuvieron sosteniblemente a su población. El manejo de los recursos productivos fue diferente, se manejó ecológicamente los ciclos que siguen los elementos de los ecosistemas; sin mayores conocimientos sobre las ciencias actuales como la ecología y la agroecología, nuestros antepasados manejaron los principios y estrategias que estas ciencias están tratando de estudiar e interpretar actualmente. La modernidad vuelve sus ojos a la naturaleza, empieza a aprender de lo que se dejó por muchos años. La Agroecología, se orienta con mucha fuerza al estudio y generación de tecnologías agrícolas que permitan un manejo ecológico de los sistemas productivos **(Tejada,1997)**.

Sin embargo, se debe tener presente que lograr el manejo del agroecosistema con eficiencia productiva, socioeconómica y ambiental no es fácil; lograr sistemas agrícolas diferentes, más productivos, más endógenos y más sostenibles, requiere de acciones persistentes y a mediano y largo plazo; por ello, se debe empezar ahora.

En este contexto, el presente estudio, tiene singular importancia por ubicarse en la búsqueda de eficiencia para la agricultura de minifundio, donde se necesita la innovación tecnológica en base de la potenciación de los recursos productivos de las familias rurales, como es el diseño de policultivos eficientes. Al respecto, **Davis et al. (1986)**, manifiestan que un gran número de autores (Rao y Willey, 1980; Baker, 1980, Francis y Sanders, 1978), han mostrado que cuando existe un desastre, existe una menor posibilidad de fallar en los ingresos cuando se tiene policultivos en comparación a cultivos solos.

De otro lado, al comparar los objetivos de la investigación agrícola, **Francis (1986)**, refiere que modificar las características de un cultivo, como por ejemplo, mejorar su eficiencia a una insolación baja, podría demorar alrededor de 10 años; mientras que investigaciones sobre modelos de policultivos pueden lograr sus resultados dentro de un corto plazo; lo cual, incrementa la posibilidad de obtener recomendaciones para los agricultores.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE EXPERIMENTACION

a) Localización de los experimentos

La investigación se llevó a cabo en dos localidades del valle de Cajamarca, ubicado en la sierra norte del Perú.

Localidad 1 (UNC): Ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), en un área experimental, contigua a los equipos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Localidad 2 (Tartar): Fue ubicada en el Fundo Tartar, un centro de producción agrícola, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado en el Distrito de Baños del Inca, Provincia y Departamento de Cajamarca.

Ambas localidades están separadas por unos 5 km, en la planicie del valle de Cajamarca. Geográficamente este lugar se encuentra localizado en las Coordenadas 07°10' LS; 78°30'

LW y a una altitud de 2 536 m. La precipitación media anual es de 643,80 mm, una temperatura media anual de 16,17°C y una humedad relativa media de 52%⁸.

b) Condiciones climáticas

La zona de estudio, de acuerdo a **Landa et al (1978)**, y en base al Sistema de clasificación climática de Thornwaite, se identifica un Clima Subhúmedo y Templado. Presenta un período de estiaje real entre junio a setiembre, y sólo el mes de marzo tiene un balance hídrico positivo.

De acuerdo a la zonificación agroecológica propuesta por Alois Kholer y Herman Tillmann (1988) para la sierra de Cajamarca, el lugar de la experimentación pertenece a la zona agroecológica de Valle con Pastos Cultivados (**Becker et al,1989**).

Las condiciones climáticas durante la fase experimental se muestran en Tabla 3.1; asimismo, con la finalidad de relacionarlas dentro de un marco global de la zona, en Tabla 3.2 se presenta los datos climáticos de un período de 10 años.

Durante la etapa experimental, se tuvo condiciones climáticas inusuales para la zona. Según Tablas 3.1 y 3.2, se observa que el período total de la etapa experimental se ha caracterizado por ser más lluvioso (la precipitación se incrementó en 26,1 mm), respecto al período

⁸ Datos climáticos proporcionados por SENAMHI.

Tabla 3.1. Temperatura, precipitación y humedad relativa registradas durante la etapa experimental. Estación Meteorológica de la Ciudad Universitaria. Cajamarca, 2001.

Mes	Temperatura			Precipitación (mm)	H. Relativa (%)		
	Máx.	Mín.	Media		Máx.	Mín.	Media
Octubre'99	21,4	6,8	14,1	21,7	89	33	60
Noviembre'99	21,9	7,7	14,8	77,0	88	29	61
Diciembre'99	20,8	9,4	15,1	68,8	91	38	68
Enero'2000	21,2	7,7	14,5	46,0	87	32	62
Febrero'2000	19,7	9,2	14,4	160,7	90	38	70
Marzo'2000	20,2	9,4	14,8	126,3	90	38	70
Abril'2000	20,6	9,0	14,1	77,3	92	39	71
Mayo'2000	21,0	7,6	14,0	40,5	93	35	69
Junio'2000	21,2	6,3	13,8	15,6	92	32	64
Total	188	73,1	129,6	633,9	812	314	595
Media	20,89	8,12	14,44		90,2	34,9	66,1
Des. Estándar	0,66	1,17	0,44		1,99	3,55	4,34

Tabla 3.2. Temperatura, precipitación y humedad relativa registradas para el período 1989-1995, por la Estación Meteorológica ADEFOR-Tartar. Cajamarca, 2001.

Mes	Temperatura			Precipitación (mm)	H. Relativa (%)		
	Máx.	Mín.	Media		Máx.	Mín.	Media
Octubre	21,3	7,9	14,6	64,7	85	30	57
Noviembre	21,8	7,3	14,5	66,7	84	27	56
Diciembre	22,1	7,4	14,7	75,0	85	30	57
Enero	20,6	8,2	14,4	76,2	88	36	62
Febrero	20,2	8,4	14,3	88,3	88	37	63
Marzo	20,4	9,0	14,7	124,3	88	37	63
Abril	20,9	8,5	14,7	68,4	87	38	63
Mayo	21,2	6,1	13,6	35,0	87	31	59
Junio	1,2	5,3	13,2	9,2	85	28	57
Total	189,7	68,1	128,7	607,8	777	294	537
Media	21,1	7,6	14,3		86,3	32,7	59,7
Des. Estándar	0,6	1,2	0,5		1,6	4,3	3,0

Tabla elaborada en base al boletín meteorológico 1995, publicado por ADEFOR-Cajamarca.

normal de la zona. Además, en el mes de enero se tuvo escasa precipitación (sólo 46 mm, cuando en el período normal es 76,2 mm); y la ocurrencia de bajas temperaturas (heladas, los días 7, 8, 9, 16 y 17; con temperaturas de 1,7; 2,3; 5,6; 3,8 y 4,2 °C bajo cero, respectivamente, a 10 cm del suelo)⁹; lo cual, repercutió negativamente en el desarrollo del cultivo de kiwicha, pereciendo alrededor del 35% de su área foliar. Asimismo, debido a esta la escasa precipitación, los demás cultivos sufrieron un retraso en su desarrollo; lo cual, fue superado en el transcurso del experimento.

De otro lado, los meses de febrero, marzo y abril resultaron con una precipitación más alta al promedio; lo cual, produjo una excesiva humedad en el suelo que favoreció la germinación y desarrollo de malezas (especialmente en Tartar), y provocó pudriciones del sistema radicular en un grado significativo de haba y arveja; y, en menor grado de lenteja.

c) **Características e Historia de los Campos Experimentales**

Las principales características de los campos experimentales muestran que son aptos para los cultivos de la investigación (Tabla 3.3). En ambas localidades, el suelo presenta niveles medios de materia orgánica, fósforo y nitrógeno y de un nivel alto para potasio; aunque cabe resaltar que el suelo de Tartar tiene un mayor contenido (en 1,2%) de materia orgánica; lo cual, le daría alguna ventaja en su capacidad productiva y retención de humedad. En la reacción del suelo, en UNC se tuvo un pH neutro; mientras que para Tartar fue medianamente ácido; condiciones que no presentarían restricciones para los cultivos de la investigación (**Landa et al,1978; y Estrada,1983**).

⁹ Información Estación Meteorológica Ciudad Universitaria, Cajamarca, Perú.

Tabla 3.3. Resultado de análisis del suelo de campos experimentales. Cajamarca, 2001.

Localidad	P (ppm)	K (ppm)	pH	M.O. (%)	N (%)	Clase Textural
1. UNC	10,7	370	7,3	2,2	0,10	Suelo Arcilloso
2. Tartar	10,5	312	5,6	3,4	0,15	Suelo Franco arcilloso

=Tabla elaborada en base a 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.

En ambas localidades, el suelo ha sido utilizado desde alrededor de diez años atrás para cultivar diversas especies como: maíz asociado con frijol, arveja, haba, lenteja, kiwicha, quinua, hortalizas (repollo, zanahoria, betarraga) y trigo. No habiendo referencias para restricciones específicas; por lo cual, se espera que haya existido el inóculo natural de *Rhizobium* en el suelo.

3.2. INSUMOS, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS

a) Insumos

Se tiene las semillas de los cinco cultivos, tomándose variedades que son utilizadas por los agricultores de la zona, cuyas características principales son (INIA,2000):

- **Cultivo de quinua:** *Variedad Amarilla de Maranganí*, semiprecoz (alrededor de 150 días de período vegetativo), tolerante al Mildiu (*Peronospora farinosa* Fr.), de buen

rendimiento (alrededor de 1 200 kg/ha sin fertilización, en suelos de fertilidad media), grano grande (diámetro alrededor de 2,0 mm). Se empleó 0,75 gramos de semilla por metro lineal de siembra.

- **Cultivo de kiwicha:** *Variedad Noel Vietmeyer*, de alrededor de 160 días de período vegetativo, tolerante a las condiciones de exceso de humedad, de buen rendimiento (1 300 kg/ha sin fertilización, en suelos de fertilidad media), de porte alto, tolerante al acame. Se empleó 0,60 gramos de semilla por metro lineal de siembra.
- **Cultivo de Lenteja:** *Variedad INIA-402*, precoz (de alrededor de 130 días de período vegetativo), buen rendimiento (alrededor de 1 200 kg/ha sin fertilización y en suelos de fertilidad media), grano grande (diámetro de 4,0 a 5,0 mm). Se utilizó 2,5 gramos de semilla por metro lineal de siembra.
- **Cultivo de Haba:** *Cultivar "Patona"*, de alrededor de 150 días de período vegetativo para grano seco, de porte alto, tolerante al acame, grano grande. Rendimiento de alrededor de 900 kg/ha, sin fertilización y en suelos de fertilidad media. Se empleó 12 gramos de semilla por metro lineal de siembra.
- **Cultivo de Arveja:** *Variedad Usui*, de alrededor de 120 días de período vegetativo para grano seco. Porte alto, de hábito semierecto, buena capacidad de rendimiento (alrededor de 1 200 kg/ha de grano seco, sin fertilización en suelos de fertilidad media), tolerante a la Antracnosis (*Colletotrichum pisi*). Grano crema de tamaño medio (diámetro de alrededor de 5 mm). Se utilizó 5 gramos de semilla por metro lineal de siembra.

b) Material y equipo de gabinete

- Claves Botánicas: para la identificación de especies de malezas o arvenses¹⁰ que se presentaron en los cultivos.
- Estufa para la determinación de humedad de suelos y muestras vegetales.
- Balanza de precisión.

c) Material y equipo de Campo

- Herramientas: lampas, lampillas, palanas, picos, hoces, martillo, tijeras.
- Equipo de medición: regla de 2,5 m, winchas de 5,0 m y 50,0 m.
- Otros: estacas, bolsas de papel, bolsas de polietileno, vistas fotográficas, prensa, tablero de campo, libreta de campo, costales, costalillos, etc.

c) Material y equipo de Escritorio

- Computadora, calculadora, diskets, papel, bolígrafos, lápices, etc.

¹⁰ Se utiliza este término para referirse a especies vegetales extrañas al cultivo.

3.3. METODOLOGIA

3.3.1. PLANEAMIENTO EXPERIMENTAL

a) Diseño Experimental:

Se utilizó el Diseño en Bloques Completos Randomizados con cuatro repeticiones en cada localidad (dos localidades).

b) Tratamientos en estudio

Se estudió dos sistemas de unicultivo y un sistema de diversificación: **i)** el sistema de unicultivo para quinua y kiwicha, es una recomendación técnica de los organismos de desarrollo agrario (Instituto Nacional de Investigación Agraria, Universidad Nacional de Cajamarca, Ministerio de Agricultura), y consiste en la siembra a chorro continuo en líneas o surcos distanciados a 0,70 m entre ellos; mientras que los unicultivos de lenteja, haba y arveja, son formas tradicionales de siembra de los productores; y se realizan depositando las semillas en líneas continuas distanciadas a 0,40 m (Figura .2); y **ii)** el sistema diversificado es una propuesta que consiste en una siembra intercalada, al instalar los granos andinos (quinua o kiwicha), en hileras separadas a 0,80 m y entre ellas una línea de una leguminosa de grano (lenteja, haba o arveja) (Figura 3.2). Se tuvo once tratamientos en estudio, dispuestos experimentalmente como se indica en Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Tratamientos en Estudio. Cajamarca, 2001.

Tratamientos	Randomización/N° parcela			
	Rep.I	Rep.II	Rep.III	Rep.IV
1. Quinoa unicultivo	108	210	311	408
2. Kiwicha unicultivo	107	211	308	406
3. Arveja unicultivo	105	203	307	409
4. Lenteja unicultivo	106	209	305	401
5. Haba unicultivo	101	207	303	405
6. Quinoa + lenteja	110	201	306	404
7. Quinoa + arveja	104	204	302	402
8. Kiwicha + lenteja	103	202	301	407
9. Kiwicha + arveja	109	208	310	410
10. Quinoa + haba	102	205	309	411
11. Kiwicha + haba	111	206	304	403

c) Características y croquis del campo experimental para cada localidad

- Características del campo:

Número de parcelas/repetición	: 11
Número total de parcelas	: 44
Número de tratamientos	: 11
Número de repeticiones	: 04
Ancho de calles	: 1,00 m
Largo de parcela (largo de línea)	: 3,20 m
Ancho de líneas en asociación	: 0,40 m
Ancho de líneas en unicultivo de leguminosas	: 0,40 m
Ancho de líneas en unicultivo de granos andinos	: 0,70 m
Area total	: 880 m ²

- Población de plantas a obtener a la cosecha:

Número promedio plantas quinoa	: 46,06 plantas/ metro lineal
Número promedio de plantas de kiwicha	: 45,53 plantas/metro lineal
Número promedio de plantas de lenteja	: 19,3 plantas/metro lineal
Número promedio de plantas de haba	: 5,53 plantas/metro lineal
Número promedio de plantas de arveja lineal	: 7,73 plantas/metro lineal

c) Croquis del Campo Experimental

111 T11	110 T6	109 T9	108 T1	107 T2	106 T4	105 T7	104 T3	103 T8	102 T10	101 T5
201 T6	202 T8	203 T3	204 T7	205 T10	206 T11	207 T5	208 T9	209 T4	210 T1	211 T2
311 T1	310 T9	309 T10	308 T2	307 T3	306 T6	305 T4	304 T11	303 T5	302 T7	301 T8
401 T4	402 T7	403 T11	404 T6	405 T5	406 T2	407 T8	408 T1	409 T3	410 T9	411 T10

Figura 3.1. Disposición de parcelas experimentales. Cajamarca, 2001. (101, 102, ..., 411: parcelas experimentales; T1, T2, T3, ..., T11: Tratamientos).

*Granos andinos
en unicultivo*

*Granos andinos
en asociación con
leguminosas*

*Leguminosas
en unicultivo*

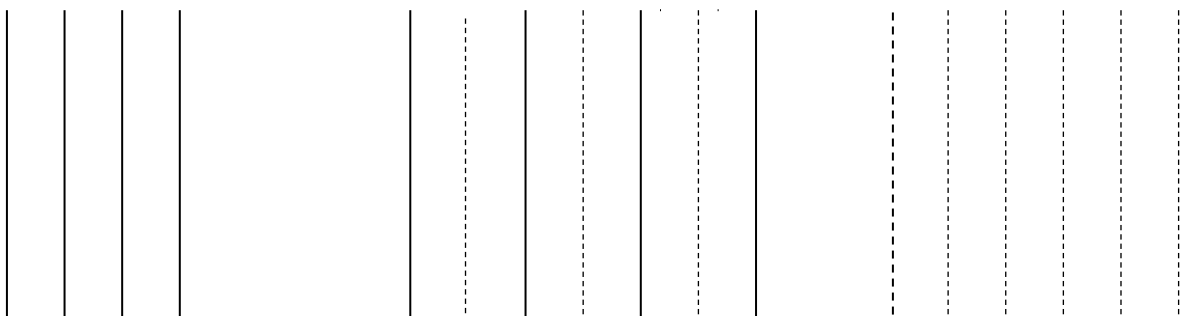


Figura 3.2. Disposición de hileras de siembra en las parcelas experimentales. Cajamarca, 2001. Línea continua: quinua o kiwicha; Línea discontinua: lenteja, haba o arveja.

3.3.2. FASE DE CAMPO

3.3.2.1. LABORES PREVIAS A LA INSTALACION DE LOS EXPERIMENTOS

El terreno se preparó con yunta (arado de palo), en el mes de octubre de 1999. Se pasó una arada y una cruz para luego proceder al desterronado del suelo con herramientas manuales, quedando éste en condiciones apropiadas para la siembra de los cultivos. Para la siembra se realizó la apertura de las hileras mediante el uso de herramientas manuales.

3.3.2.2. INSTALACION DE LOS EXPERIMENTOS

La siembra de los experimentos se realizó al inicio de las lluvias, en la época que los agricultores realizan comúnmente esta práctica. Se sembró los días 20 y 24 de noviembre de 1999, en las localidades de Tartar y UNC, respectivamente.

3.3.2.3. CONDUCCION DE LOS EXPERIMENTOS

Los experimentos fueron conducidos en condiciones de secano (sin riego) Las variables no experimentales (época de siembra, variedades, labores culturales como deshierbos, aporques), fueron aplicadas a nivel del productor, con la finalidad de obtener información lo más cercana posible a las circunstancias de los productores de la zona.

Como labores culturales, se realizó dos deshierbos manuales: **i)** el primero, se llevó a cabo los días 4 y 8 de diciembre de 1999, en las localidades de Tartar y UNC, respectivamente. Se realizó manualmente utilizando herramientas para remover superficialmente el suelo, con la finalidad de eliminar las plántulas de malezas; y **ii)** el segundo deshierbo, se realizó después de las evaluaciones de presencia y biomasa de malezas; y se efectuó debido a que se tuvo una alta incidencia de ellas, especialmente en la localidad de Tartar, condición que fue favorecida por las frecuentes precipitaciones; en este caso, las malezas fueron extraídas de raíz los días 5 y 6 de marzo del 2000, en las localidades de Tartar y UNC, respectivamente.

La cosecha fue escalonada, de acuerdo a la maduración de los granos. Los cultivos de haba y arveja, fueron cosechadas en estado fresco, por cuanto, la ocurrencia de frecuentes y excesivas lluvias provocaba pudriciones radiculares de las plantas así como la pudrición de vainas y granos. La lenteja se cosechó al estado de grano seco. La cosecha (corte) de los cultivos de quinua y kiwicha se realizó cuando los granos estaban debidamente formados en las panojas. El cultivo de kiwicha, tuvo un alargamiento del período vegetativo, debido a que las heladas del mes de enero, provocó la muerte de alrededor del 35% de su follaje, provocando un rebrotamiento de las plantas que repercutió en un desarrollo y cosecha algo posterior a la esperada. El corte de los cultivos se culminó el 04 de junio del 2000.

3.3.2.4. EVALUACIONES

a) Evaluación de malezas

a.1. Presencia

Se realizó los días 03 y 04 de marzo del 2000, en las localidades de Tartar y UNC, es decir a los 104 y 101 días de la siembra, respectivamente; cuando los cultivos estaban en etapa de floración e inicio de fructificación. Para el efecto, se utilizó un cuadrante de un metro cuadrado como unidad de medida. En cada metro cuadrado, se identificó las especies de malezas o arvenses presentes así como se contó el número de individuos de cada especie. Esta información, permite el cálculo de los Indices de Shanon y de Simpson, para medir la diversidad y redundancia de malezas, respectivamente.

Asimismo, se colectó los especímenes de malezas y con el uso de una prensa fueron disecadas; para luego montar el herbario que permitió su identificación botánica.

a.2. Producción de Biomasa Aérea

Después de realizar la evaluación de presencia de malezas en cada parcela experimental, se cortó estas plantas a la altura del cuello; luego se tomó su peso fresco, para después en función al porcentaje de materia seca, calcular la biomasa aérea de malezas.

b) Evaluación de Cultivos

b.1. Altura de Planta y Longitud de Panoja en Quinua y Kiwicha

La altura de planta de los cinco cultivos se tomó en la fase de madurez fisiológica, que se obtuvo al medir en centímetros desde el cuello hasta su ápice en forma erecta. Para quinua y kiwicha, además de tomar altura de planta, se midió la longitud de panoja. Para todos los casos, se tomó una muestra de 10 plantas de las líneas centrales de cada unidad experimental.

b.2. Producción de Biomasa Aérea de los Cultivos

El lugar de muestreo fue de 2,5 m lineales centrales de una línea de siembra; tomando áreas diferentes para unicultivos y asociaciones, esto con la finalidad de facilitar la obtención de la muestra; de tal manera que las áreas correspondientes fueron:

- **Para las leguminosas** (lenteja, haba y arveja) en unicultivo se ha tomado un área de 1,0 m² (2,5 m * 0,40 m), mientras que cuando estaban en asociación fue de 2,0 m² (2,5 m* 0,80 m); y,
- **Para los granos andinos** (quinua y kiwicha), el área de muestreo fue de 1,75 (2,5 m* 0,70 m), cuando estaban en unicultivo; y, de 2,0 m² (2,5 m*0,80 m), cuando estaba en asociación.

El procedimiento consistió en cortar las plantas a la altura del cuello, al momento de la cosecha, luego se determinó el peso fresco para luego en función al porcentaje de materia seca, calcular la biomasa correspondiente a cada parcela experimental.

b.3. Rendimiento de Grano

El área de muestreo se obtuvo al tomar 2,5 m lineales de las dos líneas centrales de cada parcela experimental. De tal manera, que para los cultivos de lenteja, haba y arveja se tuvo áreas de 2,0 y 4,0 m², cuando estuvieron en unicultivo y asociación, respectivamente; mientras que para quinua y kiwicha, su tomó áreas de 3,50 y 4,0 m² cuando estuvieron en unicultivo y en asociación, respectivamente.

La evaluación de rendimiento de grano fue tomada en dos estados vegetativos:

- **En estado fresco (o grano verde)**, que fue para los cultivos de haba y arveja por cuanto las excesivas precipitaciones provocaban pudriciones de los granos de estas especies. Para esta evaluación se realizó una metodología modificada de la sugerida por **Lafitte (1989)**, para el cultivo de maíz¹¹. La evaluación se realizó cuando los granos estaban en estado pastoso, y consistió en contar el número de vainas, y el número promedio de granos por vaina; para estimar el número de granos por planta,

¹¹ En muestras de campo de 10 m de longitud, se cuenta el número de mazorcas de maíz; luego se abre 6 mazorcas al azar, para contar el número de hileras y el número de granos por hilera, sin considerar los granos de la punta, cuyo tamaño es menor a la mitad de los granos de la parte central de la mazorca. Luego en base al promedio de número de granos por mazorca, de granos por muestra y por hectárea, se estima el rendimiento; para lo cual, es necesario conocer el número de granos por kg de la variedad a una humedad comercial de 14%.

por área de cosecha y luego calcular el rendimiento¹² como si se trataría de grano seco.

- **En grano seco**, que se realizó para los cultivos de quinua, kiwicha y lenteja; para los cuales, la obtención del rendimiento de grano fue después de trillar, limpiar y pesar la cosecha de cada muestra.

Para todos los cultivos, el rendimiento del grano se calcula a una humedad comercial de 14%, a fin de estimar la producción para el mercado.

Los datos de rendimiento de grano, han sido tomados para el cálculo de: **i)** Producción de nutrientes alimenticios (calorías); **ii)** Relación Equivalente de la Tierra (RET); **iii)** Relación Equivalente del Ingreso (REI); y, **iv)** Tasa Marginal de Retorno (TMR).

b.4. Nodulación de las Leguminosas

De las parcelas experimentales con leguminosas, se tomó 10 plantas al azar de la especie correspondiente. Con un trinche, se sacó las plantas con su parte radicular impregnada al pan de tierra; luego, se lavó cuidadosamente, para llevar a cabo el conteo de los nódulos efectivos, que se reconocían por tener un color rosado, debido a la presencia de hemoglobina en su estructura. **(Raven,1975)**.

¹² En promedio un kilogramo de haba tiene 903 granos; y, un kilogramo de arveja 3 512 granos.

c) Evaluación del Suelo

c.1. Fijación de Nitrógeno

Como indicador de la fijación del nitrógeno favorecida por la asociación de la especie leguminosa con la bacteria *Rhizobium*, se evaluó el contenido de nitrógeno total del suelo. Para el efecto, se realizó el muestreo del suelo de cada parcela experimental al final del período del cultivo. Para esto, se tomó un área rectangular de 0,5 m x 1,0 m, en la parte central de la parcela y en forma perpendicular al sentido de las hileras de siembra. En esta área se realizó una mezcla de los 25 cm superficiales de la capa arable del suelo, para luego, realizar la extracción de nueve submuestras (**Gómez,1996**), de las cuales se obtuvo la muestra respectiva. Las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas para luego llevarlas al laboratorio de análisis de suelos.

Los resultados de nitrógeno de las muestras obtenidas después de la cosecha, son relacionadas al análisis previo realizado antes de la siembra de los cultivos (ver Tabla 3.3.); además, cabe mencionar que no se aplicó fuente alguna de nitrógeno al suelo.

c.2. Contenido de Humedad en el Suelo

Se realizó en dos etapas: **i)** cuando los cultivos estaban en floración y **ii)** en maduración del grano. La evaluación dentro de una localidad, se realizó en una misma fecha y hora para todas las parcelas experimentales. Para la extracción de las muestras de suelo se usó

una palana y una espátula, alcanzando 25 cm de profundidad. Luego, cada muestra fue colocada en una bolsa plástica para llevarla al laboratorio.

3.3.3. FASE DE GABINETE Y DE LABORATORIO

3.3.3.1. IDENTIFICACION DE ESPECIES VEGETALES

Se realizó en el Herbario de la Universidad Nacional de Cajamarca en base al uso de claves botánicas y textos de consulta.

3.3.3.2. METODOS DE LABORATORIO

Las muestras de suelos para fertilidad química han sido analizadas en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Estación Experimental Baños del Inca, del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Los métodos utilizados han sido los siguientes:

- Análisis mecánico : método del Densímetro de Bouyoucos.
- pH : potenciometría; relación suelo-agua y KCl 1N; 1:2,5
- Calcáreo total : por neutralización ácida.
- Materia Orgánica : método de Walkey y Black

$$\% \text{ M.O.} = \% \text{ C} \times 1,724$$
- Nitrógeno total : método del micro Kjeldahl.
- Fósforo : método de Olsen.
- Potasio : fotómetro de llama.
- Aluminio cambiante : extractor cloruro de potasio 1N.

Los análisis de materia seca para biomasa vegetal y de humedad del suelo, se realizaron en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Nacional de Cajamarca. Para la determinar materia seca de las especies vegetales, las

muestras se colocaron a estufa a 105°C durante 24 horas; mientras que para determinar la humedad del suelo se colocaron a 105°C durante 48 horas.

3.3.3.3. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

a) Evaluación de Malezas

a.1. Presencia de Malezas

Con la finalidad de estudiar el impacto de los tratamientos sobre la diversidad de malezas, los datos de su presencia sirven para calcular los Índices de Shannon y Simpson. El primero relaciona la riqueza específica y abundancia a través de la proporcionalidad del número de individuos de cada especie respecto al total de la muestra; mientras que el segundo, mide la redundancia de las especies. Estos índices se calcularon mediante las siguientes fórmulas (Palazuelos, 2000):

- Cálculo del Índice de Shannon (H):

$$H = - \left(\sum p_i \ln p_i \right) \quad ; \text{ en la cual : } \quad p_i = n_i/N$$

Donde:

- n_i : número de individuos
- N : número total de individuos
- $\ln p_i$: Logaritmo natural de p_i

- Cálculo del Índice de Simpson (D):

$$D = \text{Sumatoria } p_i^2 \quad ; \text{ en la cual: } p_i = n_i/N$$

Donde:

n_i : número de individuos
 N : número total de individuos

Los valores de los Índices de Shannon y Simpson, fueron evaluados estadísticamente.

a.2. Producción de Biomasa Aérea

Se estima en kilogramos de materia seca por hectárea. Con los datos promedios por parcela se realizó los análisis estadísticos para determinar posibles diferencias entre las medias de los tratamientos.

b) Evaluación de Cultivos

b.1. Altura de Planta y Longitud de Panoja de Quinua y Kiwicha

El cálculo se hace en centímetros, luego se realiza los análisis estadísticos a fin de determinar posibles diferencias entre las medias de los tratamientos.

b.2. Producción de Biomasa Aérea

El cálculo se hace en kilogramos de materia seca por hectárea, luego se realiza los análisis estadísticos para determinar posibles diferencias entre las medias de los tratamientos.

b.3. Rendimiento de Grano

Se estima en kilogramos por hectárea de grano seco al 14% de humedad (humedad comercial), luego se realiza los análisis estadísticos para determinar posibles diferencias entre las medias de los tratamientos.

Los datos de rendimiento se traducen a productividad de calorías por hectárea para estimar la producción de nutrientes que se puede alcanzar con cada tratamiento. Para este caso, se tomó las siguientes equivalencias (**Instituto Nacional de Nutrición, 1986**):

100 g de quinua (parte comestible)	= 354 cal
100 g de kiwicha (parte comestible)	= 366 cal
100 g de lenteja (parte comestible)	= 331 cal
100 g de haba (parte comestible)	= 324 cal
100 g de arveja (parte comestible)	= 351 cal

Asimismo, con los datos de rendimiento de los cultivos se calcula la Relación Equivalente de la Tierra (RET), la Relación Equivalente del Ingreso (REI) y la Tasa Marginal de Retorno (TMR).

La RET, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{RET} = (\text{CA unicultivo} / \text{CA asociación}) + (\text{CB unicultivo} / \text{CB asociación})$$

Donde:

CA unicultivo : Rendimiento de cultivo A sembrado en unicultivo.

CA asociación : Rendimiento de cultivo A sembrado en asociación.

CB unicultivo : Rendimiento de cultivo B sembrado en unicultivo.

CB asociación : Rendimiento de cultivo B sembrado en asociación.

La REI se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{REI} = (\text{IA unicultivo} / \text{IA asociación}) + (\text{IB unicultivo} / \text{IB asociación})$$

Donde:

IA unicultivo : Ingreso o Ganancia de cultivo A sembrado en unicultivo.

IA asociación : Ingreso o Ganancia de cultivo A sembrado en asociación.

IB unicultivo : Ingreso o Ganancia de cultivo B sembrado en unicultivo.

IB asociación : Ingreso o Ganancia de cultivo B sembrado en asociación.

La TMR, se calcula mediante (CIMMYT, 1987):

$$\text{TMR}(\%) = (\text{Incremento Beneficios Netos} / \text{Incremento Costos que Varían}) * 100\%$$

b.4. Nodulación de las Leguminosas

Se cuenta el número de nódulos efectivos por planta de la leguminosa. Luego, para realizar el Análisis Estadístico (ANVA), estos datos son transformados por $Y = (x+1)^{1/2}$, a fin de determinar posibles diferencias entre las medias de los tratamientos (Tirado, 1994).

c) Evaluación del suelo

c.1. Fijación de Nitrógeno

Se compara los resultados del nitrógeno de las diferentes parcelas experimentales después de la cosecha, en referencia al análisis previo a la instalación del experimento, con la finalidad de inferir la posible fijación del nitrógeno atmosférico por las leguminosas.

c.2. Contenido de Humedad en el Suelo

Para determinar la humedad del suelo se pesaron las muestras húmedas, luego se secaron en la estufa a 105°C durante 48 horas. Según **Donahue et al. (1987)**, a esta temperatura el suelo mantiene la humedad a 10 000 bares. Después de obtener los datos del laboratorio, el contenido de humedad del suelo se calculó por medio de la siguiente ecuación (**Gavande,1979**):

$$(W_w - W_o)/W_o = \Theta_w; P_w = 100 \Theta_w$$

Donde:

- Θ_w = contenido de humedad con base en peso seco.
- W_w = peso del suelo húmedo.
- W_o = peso del suelo seco.
- P_w = porcentaje de humedad con base en el peso seco del suelo.

Con los datos de las parcelas experimentales, se realiza los análisis estadísticos respectivos a fin determinar posibles diferencias entre las medias de los tratamientos.

Los datos cuantitativos son objeto de análisis estadístico, por medio del análisis de la variancia (ANVA), para determinar la significación estadística entre los tratamientos en estudio. Asimismo, se ha realizado la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al nivel de 0,05. Para el efecto se ha empleado el paquete estadístico S.A.S. (Statistical Analysis System) (**Tirado,1994**).

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
1. 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
1. 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
	1. Quinua unicultivo	5 720,6 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	1,38 A	0,37 A	1,61 A	0,25 B
2. Kiwicha + lenteja	1,26 A	0,37 A	1,5 AB	0,28 AB
3. Kiwicha + haba	1,58 A	0,28 A	1,4 AB	0,31 AB
4. Kiwicha + arveja	1,74 A	0,22 A	1,23 B	0,40 A

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
1. Lenteja unicultivo	208,15 A	840,71 A
2. Kiwicha + lenteja	118,94 B	1 014,98 A
3. Quinua + 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. Quinua + 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. Quinoa + 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 quinoa+lenteja superó estadísticamente a kiwicha+lenteja

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

Tratamientos	Localidad	
	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 quinoa=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 quinoa+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 quinoa.

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. Quinua + 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 quinua (sin embargo, kiwicha+haba tuvo 427,3 kg/ha más que quinua+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 sombreado.

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

Tratamientos	Localidad	
	UNC	Tartar
1. Haba unicultivo	2 398,40 A	5 267,50 A
2. Kiwicha + haba	1 183,80 B	2 266,60 B
3. Quinoa + 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
1. 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. Quinoa + 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
1. 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
1. 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
1. 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 quinoa+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
1. 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
1. Arveja unicultivo	1 260,70 A	1 154,40 A
2. Kiwicha + arveja	672,40 B	522,80 B
3. Quinua + 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 sombreadamiento 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	Localidad	
	UNC	Tartar
1. 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. Quinua + 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. Quinoa + 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 agrónomicamente; 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 uncultivo (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. Quinua + 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 uncultivo (K)	38 522 E	93,39 CDE	60 616 C	756,50 BC
9. Arveja uncultivo (A)	44 251 CDE	102,68 CD	40 520 D	619,68 C
10. Haba uncultivo (H)	31 850 E	281,06 A	37 588 DE	1033,13 A
11. Lenteja uncultivo (L)	12 206 F	208,15 B	23 575 E	840,71 B

*: Valores de conversión para el grano obtenido: 100 g de quinua=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 quinua+arveja y quinua+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 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 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 quinoa+haba; quinoa+arveja y quinoa+lenteja; mientras que para Tartar, los tratamientos promisorios serían: kiwicha+haba; kiwicha+arveja; quinoa+arveja; quinoa+haba; quinoa+lenteja, así como unicultivo de quinoa. Entonces, los tratamientos más interesantes serían quinoa+lenteja; 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 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 al 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); por lo

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

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 (%)*			
	(351,70%)**		
	980,63%		
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 (%)			
	(92,07%)***		
	1 627,08%		
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 (%)			
	8,86%		
	947,43%		

* 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.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

a) Para el cultivo de quinua:

- Las asociaciones quinua+lenteja, quinua+haba y quinua+arveja, incrementaron la producción de biomasa aérea de malezas respecto al unicultivo de quinua; lo cual podría ser beneficioso para el productor al tener una mayor cantidad de forraje para la alimentación del ganado.

- No se observó diferencias significativas de las tres asociaciones respecto al unicultivo de quinua para las variables: biomasa aérea de quinua, rendimiento del grano de quinua y producción calórica del sistema. Lo cual, muestra que las plantas de quinua tuvieron un mayor desarrollo en las asociaciones que en el unicultivo; esto, debido a que en las asociaciones se tuvo un menor número de plantas de quinua (un 14,4%) en comparación al unicultivo.

- Con las asociaciones se observó un incremento del nitrógeno total del suelo (entre 0,03 a 0,05%), después de la cosecha, respecto al unicultivo de quinua; lo cual, contribuiría a mejorar la capacidad productiva del suelo.

- En cuanto al uso de la tierra, las asociaciones de quinua+haba y quinua+arveja son más eficientes que sus unicultivos respectivos (valores de RET mayores a la unidad; para

quinua+haba, se tuvo valores de RET de 1,29 en UNC y de 1,10 en Tartar; y, para quinua+arveja, se tuvo valores de RET de 1,13 en UNC y 1,23 en Tartar); mientras que quinua+lenteja, mostró ventaja respecto a sus unicultivos solamente en UNC (RET=1,09), pero no en Tartar (RET=0,98). Entonces, quinua+haba y quinua+arveja, son recomendables sobretodo cuando la tierra cultivable es escasa.

- Económicamente, la asociaciones tuvieron diferentes respuestas. Quinua+lenteja fue desventajosa frente a sus unicultivos (valores de REI menor que la unidad, en las dos localidades: 0,88 y 0,81 en UNC y Tartar, respectivamente); quinua+haba, mostró ventaja respecto a sus unicultivos en UNC (REI=1,22), pero no así en Tartar (REI=0,93); mientras que quinua+arveja, arrojó ventaja sobre sus unicultivos en las dos localidades (REI=1,06 en UNC y REI=1,15 en Tartar). Por lo cual, quinua+arveja, sería, económicamente, una asociación promisoría y recomendable.

- Al analizar la posible respuesta de los productores en base a la Tasa Marginal de Retorno (TMR); se observó que las asociaciones (quinua+lenteja o quinua+haba o quinua+arveja), son más tentativas que los unicultivos respectivos de leguminosas (lenteja, haba o arveja), por tener valores de TMR, mayores al 100% ; pero ninguna de las asociaciones se mostró más tentativa que el unicultivo de quinua (en algunos casos se observó pérdida económica o valores de TMR menores al 100%). Sin embargo, este análisis económico es parcial, al cual se debería adicionar las ventajas antes referidas.

b) Para el cultivo de kiwicha:

- Hay evidencia de que la asociación kiwicha+arveja, contribuye a la eliminación o represión significativa de algunas especies de malezas, sin haberse identificado éstas.

- No se observó diferencias significativas para el rendimiento de grano de kiwicha en las tres asociaciones respecto al unicultivo. Por lo cual, las plantas de kiwicha en las asociaciones tuvieron un mayor desarrollo que las plantas del unicultivo, por cuanto en las asociaciones se tuvo un menor número de plantas de kiwicha (un 14,4%) en comparación al unicultivo.

- Las asociaciones kiwicha+haba y kiwicha+arveja, mostraron valores estadísticamente mayores en producción calórica y producción de biomasa total respecto a kiwicha+lenteja y al unicultivo de kiwicha; lo cual, muestra que tanto el haba como la arveja aportaron una cantidad significativa de calorías y permitieron incrementar las posibilidades para un mejor reciclaje de los nutrientes del sistema. Por lo tanto, se puede concluir que desde el punto de vista agronómico, las asociaciones kiwicha+arveja y kiwicha+haba son las más interesantes.

- Solamente, en la asociación kiwicha+arveja, se ha observado un ligero incremento del nitrógeno del suelo después de la cosecha; mientras que las otras asociaciones mostraron niveles similares al unicultivo de kiwicha; lo cual, pone en duda el efecto de estas asociaciones en esta variable.

- En cuanto al uso de la tierra, las tres asociaciones (kiwicha+lenteja, kiwicha+haba y kiwicha+lenteja), resultaron más eficientes que los unicultivos respectivos en las dos

localidades. Para kiwicha+lenteja se tuvo valores de RET de 1,15 y 1,21 para UNC y Tartar, respectivamente; para kiwicha+haba, los valores respectivos fueron de 1,44 y 1,62 y para kiwicha+arveja, fueron 1,69 y 1,57. Sin embargo, al análisis económico, solamente kiwicha+haba y kiwicha+arveja, son más promisorios que los unicultivos respectivos (para kiwicha+haba, se tuvo valores de REI de 1,61 y 1,80 en UNC y Tartar, respectivamente; y, para kiwicha+arveja, los valores de REI fueron 2,11 en UNC y 1,51 en Tratar). Por tanto, económicamente, las asociaciones más interesantes son kiwicha+haba y kiwicha+arveja.

- Al analizar la posible respuesta de los productores en base a la Tasa Marginal de Retorno (TMR); las asociaciones se muestran más tentativas que los unicultivos respectivos de leguminosas. De otro lado, se observó que la asociación kiwicha+lenteja, no es más tentativa que el unicultivo de kiwicha (arrojó pérdida en UNC y una TMR de 33,78% en Tartar); mientras que kiwicha+haba y kiwicha+arveja se mostraron más tentativas que el unicultivo de kiwicha (los valores de TMR para kiwicha+haba fueron de 199,94% en UNC y de 420,66% en Tartar; mientras que para kiwicha+arveja esos valores fueron de 621,82 y 513,40%, respectivamente).

c) Para el cultivo de Lenteja:

- La asociación de quinua+lenteja, mostró una menor producción de biomasa de malezas respecto al unicultivo de lenteja y a kiwicha+lenteja; aún sin variar la presencia de las mismas. Este resultado, se explica debido a la intercepción de la luz solar por parte de la quinua, que provocó un sombreado que impide el desarrollo de malezas en la superficie del suelo. El resultado sugiere que el sombreado fue en mayor grado con

quinua en relación a kiwicha; lo cual, se explica por el mayor desarrollo de las plantas de la primera especie (en promedio la quinua tuvo 145,08 cm de altura de planta; mientras que este valor para la kiwicha fue de 128,45 cm); asimismo, se debe considerar que la kiwicha fue afectada por las heladas durante el estadio de inicio e ramificación que destruyó alrededor del 35% de la parte aérea de las plantas; lo cual, es probable que haya permitido un mayor desarrollo de las malezas.

- Las asociaciones de quinua+lenteja y kiwicha+lenteja, mostraron estadísticamente una similar producción en biomasa aérea y grano de lenteja; sin embargo, la asociación quinua+lenteja alcanzó una mayor producción calórica, seguida de kiwicha+lenteja; superando al unicultivo de lenteja; lo cual, muestra la ventaja de las asociaciones para una mejor alimentación.

- El análisis de ahorro de la tierra, muestra que kiwicha+lenteja, supera a los unicultivos de kiwicha y lenteja (valores de RET de 1,15 en UNC y 1,21 en Tartar); lo cual, no ocurre con quinua+lenteja (valores de RET de 1,09 en UNC y 0,98 en Tartar); sin embargo, al realizar el análisis económico, no hay evidencia de que ambas asociaciones serían mejores que los unicultivos respectivos (para quinua+lenteja, se tuvo valores de REI de 0,88 en UNC y 0,81 en Tartar; mientras, que para kiwicha+lenteja esos valores fueron de 0,88 y 1,04). Lo mostrado por kiwicha+lenteja, significa que no siempre la eficiencia productiva o ecológica, es económicamente buena.

- Al analizar la posible respuesta de los productores en base a la Tasa Marginal de Retorno (TMR); las dos asociaciones se muestran más tentativas que el unicultivo de lenteja

(para quinua+lenteja, se observó valores de TMR de 798,17% en UNC y 980,63% en Tartar; y, para kiwicha+lenteja, esos valores fueron 638,15 y 982,15%); por lo cual, las asociaciones son más tentativas que el unicultivo de lenteja.

d) Para el cultivo de haba:

- La asociaciones disminuyeron, significativamente, la producción de biomasa de malezas, respecto al unicultivo de haba; y entre las asociaciones quinua+haba, las reprimió en mayor grado respecto a kiwicha+haba. Esto, debido a que la quinua tuvo un mayor desarrollo de planta en comparación a la kiwicha; lo cual, provocó una menor incidencia de luz solar al suelo y por tanto un menor desarrollo de las malezas.
- El 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, por lo cual, ambas asociaciones son interesantes.
- Hay evidencia que el cultivo de haba, tanto en unicultivo como en asociación, ha contribuido al incremento del contenido de nitrógeno del suelo.
- El análisis de ahorro de la tierra, muestra que las dos asociaciones son mejores que los unicultivos respectivos. Para quinua+haba, se tuvo valores de RET de 1,29 en UNC y 1,10 en Tartar; mientras que para kiwicha+haba, esos valores fueron de 1,44 y 1,62. Por lo cual, para las condiciones de nuestra sierra, donde la tierra es escasa, estas dos asociaciones serían más recomendables que los unicultivos respectivos.

- Económicamente, la asociación kiwicha+haba, mostró ser mejor que los unicultivos de kiwicha y haba en las dos localidades (valores de REI de 1,61 en UNC y 1,80 en Tartar); mientras que quinua+haba, mostró ventaja respecto a sus unicultivos solamente en UNC (Valores de REI de 1,22 en UNC y 0,93 en Tartar).
- Al analizar la posible respuesta de los productores en base a la Tasa Marginal de Retorno (TMR); las dos asociaciones se muestran más tentativas que el unicultivo de haba (para quinua+haba, se observó TMR de 1 158,19% en UNC y 1 627,083% en Tartar; y, para kiwicha+haba, esos valores fueron 1 289,73 y 3 837,25%); por lo cual, las asociaciones son más recomendables que el unicultivo de haba.

e) Para el cultivo de arveja:

- Las asociaciones de quinua+arveja y kiwicha+arveja mostraron una mayor diversidad de malezas que el unicultivo de arveja; asimismo, kiwicha+arveja, presentó una menor redundancia de malezas que el unicultivo. Esto, significaría que el cultivo de arveja, es una planta que contribuye a la supresión de algunas especies de malezas; por lo cual, su unicultivo puede ser recomendable para terrenos enmalezados.
- La asociación de quinua+arveja, alcanzó una menor producción de biomasa de malezas que kiwicha+arveja y el unicultivo de arveja, que fueron estadísticamente iguales. Lo cual, se debe al sombreado de la superficie del suelo por parte de la quinua; que a la vez provocó que el rendimiento de grano y producción de biomasa aérea de arveja sea menor en quinua+arveja respecto a kiwicha+arveja.

- Tanto las asociaciones (quinua+arveja y kiwicha+arveja) como en el unicultivo de arveja, han contribuido hacia un mayor contenido de nitrógeno total del suelo; lo cual, se debería a la fijación del nitrógeno atmosférico por la leguminosa.

- El análisis de ahorro de la tierra, muestra que las dos asociaciones son mejores que los unicultivos respectivos. Para quinua+arveja, se tuvo valores de RET de 1,13 en UNC y 1,23 en Tartar; mientras que para kiwicha+arveja, esos valores fueron de 1,69 y 1,57. Asimismo, las asociaciones han mostrado una amplia ventaja económica respecto a los unicultivos respectivos. Para quinua+arveja, se tuvo valores de REI de 1,06 en UNC y 1,15 en Tartar; mientras que para kiwicha+arveja, esos valores fueron de 2,11 y 1,51. Por lo cual, para las condiciones de nuestra sierra, donde la tierra es escasa y se necesita incrementar los ingresos del sistema agrícola, estas dos asociaciones serían más recomendables que los unicultivos respectivos.

- Al analizar la posible respuesta de los productores en base a la Tasa Marginal de Retorno (TMR); las dos asociaciones se muestran más tentativas que el unicultivo de arveja (para quinua+arveja, se observó valores de TMR de 168,79% en UNC y 947,43% en Tartar; y, para kiwicha+arveja, esos valores fueron 536,54 y 1 224,78%); por lo cual, las asociaciones son más recomendables que el unicultivo de arveja.

En conclusión, las asociaciones más promisorias son quinua+haba; quinua+arveja; kiwicha+haba y kiwicha+arveja; que han mostrado tener eficiencia económica y en el ahorro de la tierra.

5.2. RECOMENDACIONES

1) Para condiciones de secano y para época de siembra grande (octubre-diciembre):

Al considerar que las condiciones climáticas experimentales se caracterizaron por un exceso de humedad que afectó la maduración del grano de las leguminosas, es recomendable llevar un proceso de comprobación de las asociaciones identificadas como promisorias (quinua+haba, quinua+arveja, kiwicha+haba y kiwicha+arveja), tanto a nivel de centros de experimentación como a nivel de productores. Asimismo, se debiera enfatizar en evaluaciones de fijación de nitrógeno atmosférico y producción proteica.

2) Para lugares bajo riego:

Se puede recomendar la difusión de las asociaciones promisorias: quinua+haba, quinua+arveja, kiwicha+haba y kiwicha+arveja, con la finalidad de mejorar la productividad de los sistemas agrícolas.

BIBLIOGRAFIA:

1. Altieri, M. 1983. Agroecología, Bases Científicas de la Agricultura Alternativa. División de Control Biológico. Universidad de California, Berkeley. 162 pág.
2. Angulo, A. 1993. Recetario a base de Kiwicha. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Estación Exeprimental Canchán. Huánuco. Perú. 62 pág.
3. Carranza, M. 1984. Comparativo de seis Cultivares de Haba (*Vicia faba* L.), en dos zonas ecológicas de Cajamarca. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 72 pág.
4. Castillo, D. 1995. Producir y Consumir Alimentos Sanos, Derecho y Deber de Cada Uno. En VIVIR preservar el Medio Ambiente para Desarrollar. Lima. Perú. NOVIB, N° 1. 10-12 pág.
5. CIMMYT. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1987. Introducción al Análisis Económico de Experimentos en Finca. Programa de Economía del CIMMYT. México. 103 pág.
6. CLADES (Consortio Latinoamericano de Agroecología). 1992. Revista especial N° 4. Diciembre 1992. Santiago de Chile. Chile.
7. -----, 1995. II Curso de Educación a distancia: Agroecología y Desarrollo Rural. Módulo I: Bases Históricas y Teóricas de la Agroecología y el Desarrollo Rural. Segunda Edición Revisada. Lima. Perú. 192 pág.
8. Cortez, J. 1993. Estudio Preliminar de Líneas Avanzadas Precoces de Lenteja (*Lens culinaris* M.) en la Provincia de Cajamarca. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 67 pág.
9. Chaupe, J. 1995. Manejo del cultivo de Lenteja en Producción de Semilla de Granos. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Estación Experimental Baños del inca. Cajamarca, Perú. 18-23 pág.
10. Danielsen, S. y T. Ames (2000). El Mildiu de la Quinoa en la Zona Andina. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 32 pág.
11. Davis, J., J. Woolley R. Moreno (1986). Multiple Cropping with Legumes and Starchy Roots. En Multiple Cropping Systems, por Francis, Ch. pág. 133-160.
12. Equipo Académico del Programa Magister. 1999^a. Economía Ecológica. Programa de Magister "Gestión en Desarrollo Rural y Agricultura Sustentable". Universidad Católica de Temuco. Chile.
13. -----, 1999.^b. La Alimentación y la Agricultura desde 1970 en América Latina. Programa de Magister "Gestión en Desarrollo Rural y Agricultura Sustentable". Universidad Católica de Temuco. Chile.
14. Estrada, J. 1983. Química de Suelos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Post Grado. Mimeografiado. Lima, Perú.
15. Fano, H.; y M. Benavides. 1992. Los Cultivos Andinos en Perspectiva, Producción y Utilización en el Cusco. Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé. Cusco. Perú. 86 pág.

16. Francis, Ch. 1986. Introduction: Distribution and Importance of Multiple Cropping. En Multiple Cropping Systems, por Francis, Ch. pág. 1-19.
17. García, R. 1999. Rotaciones de Cultivos y Policultivos. Documento preparado para el Magister "Gestión en Desarrollo Rural y Agricultura Sustentable" de la Universidad Católica de Temuco, Chile. Córdoba, España. 58 pág.
18. Gómez, P. 1996. Cuántas Submuestras son necesarias para obtener una buena muestra de suelo para Análisis de Laboratorio. En INPOFOS - Instituto de la Potasa y el Fósforo. N° 24. Boletín Informaciones Agronómicas. Quito. 10-12 pág.
19. Hernández, J.; y J. León. 1992. Cultivos Marginados otra Perspectiva 1492. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
20. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 1996. III Censo Agropecuario - Cajamarca. Ministerio de Agricultura. Lima. Perú. 380 pág.
21. Instituto Nacional de Investigación Agraria. INIA. 2000. Catálogo de Cultivares: Disponibilidad de Semillas Plantones y Reproductores. Estación Experimental Baños del Inca, Cajamarca. Perú.
22. Instituto Nacional de Nutrición. 1986. La Composición de los Alimentos Peruanos. Ministerio de Salud. Lima, Perú. 33 pág.
23. Lafitte, H. 1989. Identificación de los Problemas de Producción del maíz - Guía de Campo. Centro Internacional de Mejoramiento de maíz y Trigo - CIMMYT. México.
24. Landa, C., C. Van Hoof, W. Poma y J. Mestanza. 1978. Los Suelos de la Cuenca del Río Cajamarca - Estudio Semidetallado. Programa de Desarrollo Cajamarca. Proyecto Específico de Suelos, División de Suelos. Cajamarca, Perú. 245 pág.
25. Liebman, Matt. 1995. Sistemas de Policultivos. En Módulo II del II Curso de Educación a Distancia: Agroecología y Desarrollo Rural, pág. 117-127. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo Rural (CLADES). Lima, Perú. 182 pág.
26. Matute, J. 1984. Determinación de la Erosión Cualitativa de parte de los Distritos de Cajamarca, Baños del Inca y Llacanora mediante la Aerofotointerpretación y Prospección de Campo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 58 pág.
27. Mollison, B. Y D. Holmgren. 1983. Permaculture One. A Perennial Agriculture for Human Settlemente. Australia. 127 pág.
28. Mujica, A. 1993. Cultivo de Quinoa. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Dirección General de Investigación Agraria. Lima. Perú. 130 pág.
29. Mujica, A. y M. Berti. 1997. El Cultivo de Amaranto (*Amaranthus* spp.), Producción, Mejoramiento Genético y Utilización. FAO. Universidad Nacional del

- Altiplano (UNA), Puno, Perú y Universidad de Concepción (UDEC), Chillán, Chile. Roma. Italia. 145 pág.
30. Mujica, A.; O. Jordán; A. Ramos; M. Rivera; y C. Vilca. 1993. Plan Operativo del Sub-programa de Investigación en Cultivos Andinos. INIA. Arequipa. Perú.
 31. Narro, L. 1991. Practicas del Cultivo, Problemas de los Agricultores y Necesidades Futuras de Investigación en Maíz en la Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca. INIA-Estación Experimental Baños del Inca. Cajamarca, Perú. 25 pág.
 32. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. 1993. Desarrollo Agropecuario, De la Dependencia al Protagonismo del Agricultor. Serie Desarrollo Rural N° 9. Santiago de Chile. Chile. 140 pág.
 33. -----, FAO.1993
La Modernización de la Agricultura: Los Pequeños También Pueden. Serie Desarrollo Rural N° 11. Santiago de Chile. Chile. 82 pág.
 34. Ortega, L. 1992. Usos y Valor Nutritivo de los Cultivos Andinos. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Puno. Perú. s/n pág.
 35. Pajares, V. 1999. Curso Tecnificado para la Producción de Leguminosas de Grano y Maíz. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Estación Experimental Baños del Inca. Cajamarca, Perú. 20 pág.
 36. Palazuelos, P. 2000. Curso: Protección de Cultivos. Magister Internacional Gestión en Desarrollo Rural y Agricultura Sustentable. Temuco, Chile.
 37. Perales, P. 1993. Estudio Comparativo de Líneas Avanzadas de Arveja (*Pisum sativum* L.), en el Valle de Cajamarca. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 83 pág.
 38. Rao, M. 1986. Cereal in Multiple Cropping. En Multiple Cropping Systems, por Francis, Ch. pág. 96-132.
 39. Raven P. 1975. Biología Vegetal. Ediciones Omega. Barcelona, España.
 40. Reijntes, C., B. Haverkort y A. Waters-Bayer. 1995. Cultivando para el Futuro. Introducción a la Agricultura Sustentable de Bajos Insumos Externos. Traducido del Inglés por Raquel Núñez. Uruguay. 274 pág.
 41. Rodríguez, R. y M. Hesse. 2000. Al Andar se Hace Camino. Guía metodológica para descender procesos autogestionarios alrededor de experiencias agroecológicas. Colombia. 213 pág.
 42. Rojas, R. 1994. Evaluación de las Prácticas Antierosivas del parque Forestal Aylambo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 72 pág.

43. Rosset, P. 1997. La crisis de la Agricultura Convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. Programa de Magister "Gestión en Desarrollo Rural y Agricultura Sustentable". Universidad Católica de Temuco. Chile.
44. Sánchez, Y. 1993. Las Especies de Leguminosas del valle de Cajamarca: Una Aproximación. Proyecto Piloto de Ecosistemas Andinos (PPEA) - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Cajamarca. Perú. 100 pág.
45. Stephen, R. 1986. Plant Interactions in Multiple Cropping Systems en Multiple Cropping Systems por Francis, Ch. Pág. 83 al 95. University of Nebraska. Lincoln. Estados Unidos. 383 pág.
46. Tapia, M. 1993. Semillas Andinas - El Banco de Oro. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Lima. Perú. 76 pág.
47. ----- . 1997. Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte a la Alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Segunda Edición. Santiago de Chile. Chile. 273 pág.
48. Tejada, T. 1997. Evaluación de un Predio Agrícola Integral de Bajos Insumos Externos. Tesis de Maestría en Ciencias, Recursos Naturales, Línea Recursos Vegetales. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 179 pág.
49. ----- . 1998. Informe Experimentos Concluidos, Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Estación Experimental Baños del Inca. Cajamarca, Perú. 25 pág.
50. ----- . 1999. Informe Experimentos Concluidos, Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Estación Experimental Baños del Inca. Cajamarca, Perú. 18 pág.
51. Tirado, C. 1994. SAS: Usos en el Análisis Estadístico de Datos Experimentales. Universidad Nacional de Cajamarca. Primera Edición. Cajamarca, Perú. 163 pág.
52. Trenbath, B. 1986. Resource Use by Intercrops. En Multiple Cropping Systems, por Francis, Ch. Pág. 57-81. Nueva York, Estados Unidos de Norteamérica.
53. Villanueva, V. 1995. Metodología para Evaluación Económica de Tecnologías Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Proyecto de Fomento de la Transferencia de Tecnologías a las Comunidades Campesinas de la Sierra FEAS. Lima. Perú. 39 pág.
54. Yurjevic, A. 1999^a. Paradigmas del Manejo Ambiental. Programa de Magister "Gestión en Desarrollo Rural y Agricultura Sustentable". Universidad Católica de Temuco. Chile.
55. Yurjevic, A. 1999^b. Un Enfoque que valorice la Agricultura y el Medio Rural. Programa de Magister "Gestión en Desarrollo Rural y Agricultura Sustentable". Universidad Católica de Temuco. Chile.

ANEXOS

ANEXO 1. DEFINICIONES IMPORTANTES

a) Agroecología

Ciencia que se ocupa del estudio de la agricultura con un enfoque ecológico. Trata de identificar formas de manejo agrícola que reestablezcan los ciclos ecológicos que se dan en los ecosistemas naturales.

b) Asociación de Cultivos

Forma de manejo de los cultivos mediante el cual "se mezcla" dos o más cultivos.

c) Bloques Completos Randomizados

Diseño experimental en el cual todos los tratamientos en estudio se encuentran distribuidos en cada bloque o repetición en forma aleatoria.

d) Granos Andinos

Término empleado para referirse a los cultivos cuya semilla es un grano, que son nativos de los andes, en forma específica en el presente trabajo, para quinua y kiwicha.

e) Leguminosas de Grano

Término empleado para referirse a los cultivos cuya semilla es una legumbre; en forma específica en el presente trabajo, para lenteja, haba y arveja.

f) Repeticiones

Término usado en la experimentación para referirse a una segunda, tercera, o más ocurrencias de un hecho, evento o fenómeno. La implementación de las repeticiones permiten garantizar la validez de los resultados experimentales.

g) Rhizobium

Género de bacterias, que viven en las raíces de las leguminosas, y tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo, para beneficio propio, para las leguminosas y luego para otras plantas.

h) Simbiosis

Proceso mediante el cual, dos o más organismos llevan una convivencia por medio de la cual existe una mutua interrelación, que para nuestro caso es de carácter benéfico.

i) Tratamiento

Término usado en investigación agrícola como lo que se va investigar, lo que se pretende evaluar.

j) Unidad Experimental

Término usado en investigación agrícola, viene a ser el individuo, el objeto, la parcela, etc. que está en condiciones de recibir cualquier tratamiento que se va a investigar (en nuestro caso la parcela).

ANEXO 02. VALOR NUTRITIVO DE LOS CULTIVOS EN ESTUDIO

Tabla An-1. Valor nutritivo de granos de quinua, kiwicha, lenteja, haba y arveja (Contenido en 100 gramos de parte comestible).

Producto	Proteínas	Vitaminas				Minerales			Calorías	Carbohidratos
		B1 mg	B2 Mg	B5 mg	C mg	Ca Mg	P mg	Fe mg		
Quinua	10,6	0,35	0,32	1,43	6,8	118	390	4,20	354	70,0
Kiwicha	12,9	0,20	0,57	0,95	3,2	179	454	5,30	366	65,1
Lenteja	23,2	0,78	0,21	1,98	-----	45	301	7,0	331	59,2
Haba seca	25,6	0,43	0,37	2,30	-----	100	203	6,4	324	54,3
Haba fresca	11,3	0,30	0,09	1,40	28,5	31	137	2,0	151	25,9
Arveja seca	21,7	0,25	0,15	3,43	3,5	65	289	2,6	351	61,1
Arveja fresca	7,1	0,28	0,18	2,15	22,3	27	134	1,7	106	18,8
*Arroz	6,1	0,11	0,07	2,96	-----	8	130	1,6	359	79,1

*: Producto como referencia, que interviene en más del 50% de la dieta familiar

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición. La Composición de los Alimentos Peruanos. 1986.

Tabla An-2. Composición de los alimenos peruanos. Contenido centesimal de aminoácidos de quinua, kiwicha y haba.

Proteína de	Fenil alanina	Triptofano	Metionina	Leucina	Isoleucina	Valina	Lisina	Treonina	Arginina	Histidina
Quinua blanca	4,05	1,30	2,20	6,83	7,05	3,38	7,36	4,51	6,76	2,82
Kiwicha blanca	3,29	1,21	2,37	4,23	5,22	4,61	6,60	5,38	8,16	2,22
Haba seca pelada	4,57	0,85	0,89	7,54	8,46	4,13	10,03	4,74	10,41	2,39
*Albúmina de huevo	7,50	1,50	5,50	9,40	7,50	6,40	6,50	4,20	6,10	2,40
*Caseína de la leche	6,30	1,30	3,50	10,00	7,50	7,70	8,50	4,50	4,20	3,20

*: Como valores de referencia se toma dos proteínas de reconocida calidad.

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición. La Composición de los Alimentos Peruanos. 1986.

ANEXO 03. ESCALAS ADOPTADAS PARA LA INTERPRETACION DE ANALISIS QUIMICO DE SUELOS (Landa, et al,1978;y, Estrada,1983).

- REACCION o pH:

Escala de valores	Niveles
Menor de 4,5	Extremadamente ácido
4,5 a 5,0	Muy fuertemente ácido
5,1 a 5,5	Fuertemente ácido
5,6 a 6,0	Medianamente ácido
6,1 a 6,5	Ligeramente ácido
6,6 a 7,3	Neutro
7,4 a 7,8	Medianamente alcalino
7,9 a 8,4	Moderadamente alcalino
8,5 a 9,0	Fuertemente alcalino
Mayor de 9,0	Muy fuertemente alcalino

- CARBONATO DE CALCIO:

Porcentaje (%)	Niveles
0 - 1	Bajo
1 - 5	Medio
Mayor de 5	Alto

Valores de 15% a más son generalmente tóxicos para los cultivos.

- MATERIA ORGANICA:

Porcentaje (%)	Niveles
0 - 2	Bajo
2 - 4	Medio
Mayor de 4	Alto

- **NITROGENO TOTAL:**

Porcentaje (%)	Niveles
Menor de 0,15	Bajo
0,15 - 0,30	Medio
Mayor de 0,30	Alto

- **FOSFORO DISPONIBLE:**

ppm de P	Niveles
0 - 7	Bajo
7 - 14	Medio
Mayor de 14	Alto

$$\text{ppm P} \times 5,80 = \text{kg P}_{205} / \text{ha.}$$

- **POTASIO DISPONIBLE:**

ppm de K	Niveles
Menor de 75	Bajo
75 - 125	Medio
125 - 250	Alto
Mayor de 250	Muy alto

$$\text{ppm K} \times 1,20 = \text{kg K}_{20} / \text{ha.}$$

$$\text{ppm K} \times 1,2046 = \text{ppm K}_{20}.$$

APENDICE

APENDICE 01. ESPECIES DE MALEZAS IDENTIFICADAS

Tabla Ap-1. Especies de malezas identificadas en los experimentos. Cajamarca, 2001.

Especie	Nombre común	Familia Botánica
1. <i>Amaranthus celosioides</i> H.B.K.	Atago	Amaranthaceae
2. <i>Sonchus oleraceus</i> L.	Cerraja	Asteraceae
3. <i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) Blake	Pacoyuyo	Asteraceae
4. <i>Brassica</i> sp.	Rabano	Brassicaceae
5. <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus	Bolsa de Pastor	Brassicaceae
6. <i>Coronopus didymus</i> (L.) Smith.	-----	Brassicaceae
7. <i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Nabo	Brassicaceae
8. <i>Tinantia erecta</i> (Jacquin) Schlechtendal	Shil-shil	Commelinaceae
9. <i>Chenopodium paniculatum</i> Hook.	Quinoa silvestre	Chenopodiaceae
10. <i>Acalypha infesta</i> Poeppig	Supiquehua	Euphorbiaceae
11. <i>Urocarpidium</i> sp.	Malva	Malvaceae
12. <i>Oxalis corniculata</i> L.	Chulco	Oxalidaceae
13. <i>Polygonum aviculare</i> L.	Cien Nudos	Polygonaceae
14. <i>Veronica persica</i> Poiret ex Lamarck	Golondrina	Scrophulariaceae
15. <i>Physalis angulata</i> L.	Chalón	Solanaceae

APENDICE 02. DATOS Y CALCULOS PARA EL ANALISIS ECONOMICO
(1\$ USA = S/. 3,50 Nuevos Soles)

a) DATOS DE PRECIOS

- Valor de un jornal	: S/. 10,00
- Valor de un día de yunta o una hora tractor	: S/. 30,00
- Valor de semilla de quinua	: S/. 5,00/kg.
- Valor de semilla de kiwicha	: S/. 5,00/kg.
- Valor de semilla de lenteja	: S/. 3,50/kg.
- Valor de semilla de haba	: S/. 3,00/kg.
- Valor de semilla de arveja	: S/. 3,00/kg.
- Precio de quinua en chacra	: S/. 2,00/kg.
- Precio de kiwicha en chacra	: S/. 2,00/kg.
- Precio de lenteja en chacra	: S/. 2,30/kg.
- Precio de haba en chacra	: S/. 2,30/kg.
- Precio de arveja en chacra	: S/. 2,30/kg.

b) CALCULOS ECONOMICOS

Tabla Ap-2. Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea para los cultivos de quinua y lenteja para la localidad de UNC. Cajamarca, 2001.

Actividades/gastos que varían	Tratamientos			
	Unicultivo Quinua	Unicultivo Lenteja	Asociación de Quinua + Lenteja	
a) Beneficio bruto				
-Rdto. en kg/ha	1 603,10	368,75	1 533,90	50,25
-Beneficio bruto (S/.)	3 206,2	848,13	3 067,80	115,58
			┌──────────┐	
-Total beneficio bruto (S/.)	3 206,20	848,13	3 183,38	
b) Costos que varían (S/.)				
-Surcado y siembra (yunta)	60,00	60,00	45,00	45,00
-Semilla	50,00	210,00	40,00	105,00
-Mano de obra:				
. Siembra	20,00	20,00	15,00	15,00
. Arranque plantas	-----	100,00	-----	50,00
. Corte de plantas	100,00	-----	80,00	-----
. Carguío	40,00	30,00	30,00	10,00
. Trilla o golpeado	250,00	150,00	200,00	130,00
. Sobado	100,00	-----	65,00	-----
			┌──────────┐	
-Total costos que varían (S/.)	620,00	570,00	830,00	

Tabla Ap-3. Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea para los cultivos de quinua y lenteja para la localidad de Tartar. Cajamarca, 2001.

Actividades/gastos que varían	Tratamientos			
	Unicultivo Quinua	Unicultivo Lenteja	Asociación de Quinua + Lenteja	
a) Beneficio bruto				
-Rdto. en kg/ha	2 488,20	712,25	2 112,80	96,62
-Beneficio bruto (S/.)	4 976,40	1 638,18	4 225,60	222,23
-Total beneficio bruto (S/.)	4 976,40	1 638,18	4 447,83	
b) Costos que varían (S/.)				
-Surcado y siembra (yunta)	60,00	60,00	45,00	45,00
-Semilla	50,00	210,00	40,00	105,00
-Mano de obra:				
. Siembra	20,00	20,00	15,00	15,00
. Arranque plantas	-----	100,00	-----	50,00
. Corte de plantas	100,00	-----	80,00	-----
. Carguío	40,00	30,00	30,00	10,00
. Trilla o golpeado	250,00	150,00	200,00	130,00
. Sobado	100,00	-----	65,00	-----
-Total costos que varían (S/.)	620,00	570,00	830,00	

Tabla Ap-4. Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea para los cultivos de quinua y haba para la localidad de UNC. Cajamarca, 2001.

Actividades/gastos que varían	Tratamientos			
	Unicultivo Quinua	Unicultivo Haba	Asociación de Quinua + Haba	
a) Beneficio bruto				
-Rdto. en kg/ha	1 603,10	983,02	1 750,60	199,26
-Beneficio bruto (S/.)	3 206,20	2 260,95	3 501,20	458,30
-Total beneficio bruto (S/.)	3 206,20	2 260,95	3 959,50	
b) Costos que varían (S/.)				
-Surcado y siembra (yunta)	60,00	60,00	45,00	45,00
-Semilla	50,00	300,00	40,00	150,00
-Mano de obra:				
. Siembra	20,00	20,00	15,00	15,00
. Arranque plantas	-----	200,00	-----	100,00
. Corte de plantas	100,00	-----	80,00	-----
. Carguío	40,00	-----	30,00	-----
. Trilla o golpeado	250,00	200,00	200,00	130,00
. Sobado	100,00	-----	65,00	-----
-Total costos que varían (S/.)	620,00	780,00	915,00	

Tabla Ap-5 Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea para los cultivos de quinua y haba para la localidad de Tartar. Cajamarca, 2001.

Actividades/gastos que varían	Tratamientos			
	Unicultivo Quinua	Unicultivo Haba	Asociación de Quinua + Haba	
a) Beneficio bruto				
-Rdto. en kg/ha	2 488,20	1 160,10	2 217,80	245,30
-Beneficio bruto (S/.)	4 976,40	2 668,23	4 435,60	564,19
-Total beneficio bruto (S/.)	4 976,40	2 668,23	4 999,79	
b) Costos que varían (S/.)				
-Surcado y siembra (yunta)	60,00	60,00	45,00	45,00
-Semilla	50,00	300,00	40,00	150,00
-Mano de obra:				
. Siembra	20,00	20,00	15,00	15,00
. Arranque plantas	-----	200,00	-----	100,00
. Corte de plantas	100,00	-----	80,00	-----
. Carguío	40,00	-----	30,00	-----
. Trilla o golpeado	250,00	200,00	200,00	130,00
. Sobado	100,00	-----	65,00	-----
-Total costos que varían (S/.)	620,00	780,00	915,00	

Tabla Ap-6. Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea para los cultivos de quinua y arveja para la localidad de UNC. Cajamarca, 2001.

Actividades/gastos que varían	Tratamientos			
	Unicultivo Quinua	Unicultivo Arveja	Asociación de Quinua + Arveja	
a) Beneficio bruto				
-Rdto. en kg/ha	1 603,10	1 260,70	1 455,00	281,80
-Beneficio bruto (S/.)	3 206,20	2 899,61	2 910,00	648,14
-Total beneficio bruto (S/.)	3 206,20	2 899,61	3 558,14	
b) Costos que varían (S/.)				
-Surcado y siembra (yunta)	60,00	60,00	45,00	45,00
-Semilla	50,00	240,00	40,00	120,00
-Mano de obra:				
. Siembra	20,00	20,00	15,00	15,00
. Arranque plantas	-----	100,00	-----	50,00
. Corte de plantas	100,00	-----	80,00	-----
. Carguío	40,00	30,00	30,00	10,00
. Trilla o golpeado	250,00	150,00	200,00	130,00
. Sobado	100,00	-----	65,00	-----
-Total costos que varían (S/.)	620,00	600,00	845,00	

Tabla Ap-7. Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea para los cultivos de quinua y arveja para la localidad de Tartar. Cajamarca, 2001.

Actividades/gastos que varían	Tratamientos			
	Unicultivo Quinua	Unicultivo Arveja	Asociación de Quinua + Arveja	
a) Beneficio bruto				
-Rdto. en kg/ha	2 488,20	1 154,40	2 110,30	435,10
-Beneficio bruto (S/.)	4 976,40	2 655,12	4 220,60	1 000,73
-Total beneficio bruto (S/.)	4 976,40	2 655,12	5 221,33	
b) Costos que varían (S/.)				
-Surcado y siembra (yunta)	60,00	60,00	45,00	45,00
-Semilla	50,00	240,00	40,00	120,00
-Mano de obra:				
. Siembra	20,00	20,00	15,00	15,00
. Arranque plantas	-----	100,00	-----	50,00
. Corte de plantas	100,00	-----	80,00	-----
. Carguío	40,00	30,00	30,00	10,00
. Trilla o golpeado	250,00	150,00	200,00	130,00
. Sobado	100,00	-----	65,00	-----
-Total costos que varían (S/.)	620,00	600,00	845,00	

Tabla Ap-8. Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea para los cultivos de kiwicha y lenteja para la localidad de UNC. Cajamarca, 2001.

Actividades/gastos que varían	Tratamientos			
	Unicultivo Kiwicha	Unicultivo Lenteja	Asociación de Kiwicha + Lenteja	
a) Beneficio bruto				
-Rdto. en kg/ha	1 052,50	368,75	1 034,40	63,00
-Beneficio bruto (S/.)	2 105,00	848,13	2 068,80	144,90
-Total beneficio bruto (S/.)	2 105,00	848,13	2 213,70	
b) Costos que varían (S/.)				
-Surcado y siembra (yunta)	60,00	60,00	45,00	45,00
-Semilla	40,00	210,00	30,00	105,00
-Mano de obra:				
. Siembra	20,00	20,00	15,00	15,00
. Arranque plantas	-----	100,00	-----	50,00
. Corte de plantas	100,00	-----	80,00	-----
. Carguío	40,00	30,00	30,00	10,00
. Trilla o golpeado	250,00	150,00	200,00	130,00
-Total costos que varían (S/.)	510,00	570,00	755,00	

Tabla Ap-9. Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea para los cultivos de kiwicha y lenteja para la localidad de Tartar. Cajamarca, 2001.

Actividades/gastos que varían	Tratamientos			
	Unicultivo Kiwicha	Unicultivo Lenteja	Asociación de Kiwicha + Lenteja	
a) Beneficio bruto				
-Rdto. en kg/ha	1 656,20	712,25	1 633,20	162,50
-Beneficio bruto (S/.)	3 312,40	1 638,18	3 266,40	373,75
-Total beneficio bruto (S/.)	3 312,40	1 638,18	3 640,15	
b) Costos que varían (S/.)				
-Surcado y siembra (yunta)	60,00	60,00	45,00	45,00
-Semilla	40,00	210,00	30,00	105,00
-Mano de obra:				
. Siembra	20,00	20,00	15,00	15,00
. Arranque plantas	-----	100,00	-----	50,00
. Corte de plantas	100,00	-----	80,00	-----
. Carguío	40,00	30,00	30,00	10,00
. Trilla o golpeado	250,00	150,00	200,00	130,00
-Total costos que varían (S/.)	510,00	570,00	755,00	

Tabla Ap-10. Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea para los cultivos de kiwicha y haba para la localidad de UNC. Cajamarca, 2001.

Actividades/gastos que varían	Tratamientos			
	Unicultivo Kiwicha	Unicultivo Haba	Asociación de Kiwicha + Haba	
a) Beneficio bruto				
-Rdto. en kg/ha	1 052,5	983,02	1 084,00	402,95
-Beneficio bruto (S/.)	2 105,00	2 260,95	2 168,00	926,79
-Total beneficio bruto (S/.)	2 105,00	2 260,95	3 094,79	
b) Costos que varían (S/.)				
-Surcado y siembra (yunta)	60,00	60,00	45,00	45,00
-Semilla	40,00	300,00	30,00	150,00
-Mano de obra:				
. Siembra	20,00	20,00	15,00	15,00
. Arranque plantas	-----	200,00	-----	100,00
. Corte de plantas	100,00	-----	80,00	-----
. Carguío	40,00	-----	30,00	-----
. Trilla o golpeado	250,00	200,00	200,00	130,00
-Total costos que varían (S/.)	510,00	780,00	840,00	

Tabla Ap-11. Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea para los cultivos de kiwicha y haba para la localidad de Tartar. Cajamarca, 2001.

Actividades/gastos que varían	Tratamientos			
	Unicultivo Kiwicha	Unicultivo Haba	Asociación de Kiwicha + Haba	
a) Beneficio bruto				
-Rdto. en kg/ha	1 656,20	1 160,10	1 817,70	606,60
-Beneficio bruto (S/.)	3 312,40	2 668,23	3 635,40	1 395,18
-Total beneficio bruto (S/.)	3 312,40	2 668,23	5 030,58	
b) Costos que varían (S/.)				
-Surcado y siembra (yunta)	60,00	60,00	45,00	45,00
-Semilla	40,00	300,00	30,00	150,00
-Mano de obra:				
. Siembra	20,00	20,00	15,00	15,00
. Arranque plantas	-----	200,00	-----	100,00
. Corte de plantas	100,00	-----	80,00	-----
. Carguío	40,00	-----	30,00	-----
. Trilla o golpeado	250,00	200,00	200,00	130,00
-Total costos que varían (S/.)	510,00	780,00	840,00	

Tabla Ap-12. Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea para los cultivos de kiwicha y arveja para la localidad de UNC. Cajamarca, 2001.

Actividades/gastos que varían	Tratamientos			
	Unicultivo Kiwicha	Unicultivo Arveja	Asociación de Kiwicha + Arveja	
a) Beneficio bruto				
-Rdto. en kg/ha	1 052,50	1 260,70	1 217,60	672,40
-Beneficio bruto (S/.)	2 105,00	2 899,61	2 435,20	1 546,52
-Total beneficio bruto (S/.)	2 105,00	2 899,61	3 981,72	
b) Costos que varían (S/.)				
-Surcado y siembra (yunta)	60,00	60,00	45,00	45,00
-Semilla	40,00	240,00	30,00	120,00
-Mano de obra:				
. Siembra	20,00	20,00	15,00	15,00
. Arranque plantas	-----	100,00	-----	50,00
. Corte de plantas	100,00	-----	80,00	-----
. Carguío	40,00	30,00	30,00	10,00
. Trilla o golpeado	250,00	150,00	200,00	130,00
-Total costos que varían (S/.)	510,00	600,00	770,00	

Tabla Ap-13. Estimación del beneficio bruto y costos que varían por hectárea para los cultivos de kiwicha y arveja para la localidad de Tartar. Cajamarca, 2001.

Actividades/gastos que varían	Tratamientos			
	Unicultivo Kiwicha	Unicultivo Arveja	Asociación de Kiwicha + Arveja	
a) Beneficio bruto				
-Rdto. en kg/ha	1 656,20	1 154,40	1 852,40	522,80
-Beneficio bruto (S/.)	3 312,40	2 655,12	3 704,80	1 202,44
-Total beneficio bruto (S/.)	3 312,40	2 655,12	4 907,24	
b) Costos que varían (S/.)				
-Surcado y siembra (yunta)	60,00	60,00	45,00	45,00
-Semilla	40,00	240,00	30,00	120,00
-Mano de obra:				
. Siembra	20,00	20,00	15,00	15,00
. Arranque plantas	-----	100,00	-----	50,00
. Corte de plantas	100,00	-----	80,00	-----
. Carguío	40,00	30,00	30,00	10,00
. Trilla o golpeado	250,00	150,00	200,00	130,00
-Total costos que varían (S/.)	510,00	600,00	770,00	

APENDICE 03: FIGURAS Y FOTOS

Figura Ap-1. Producción calórica y biomasa de malezas.
Localidad UNC.

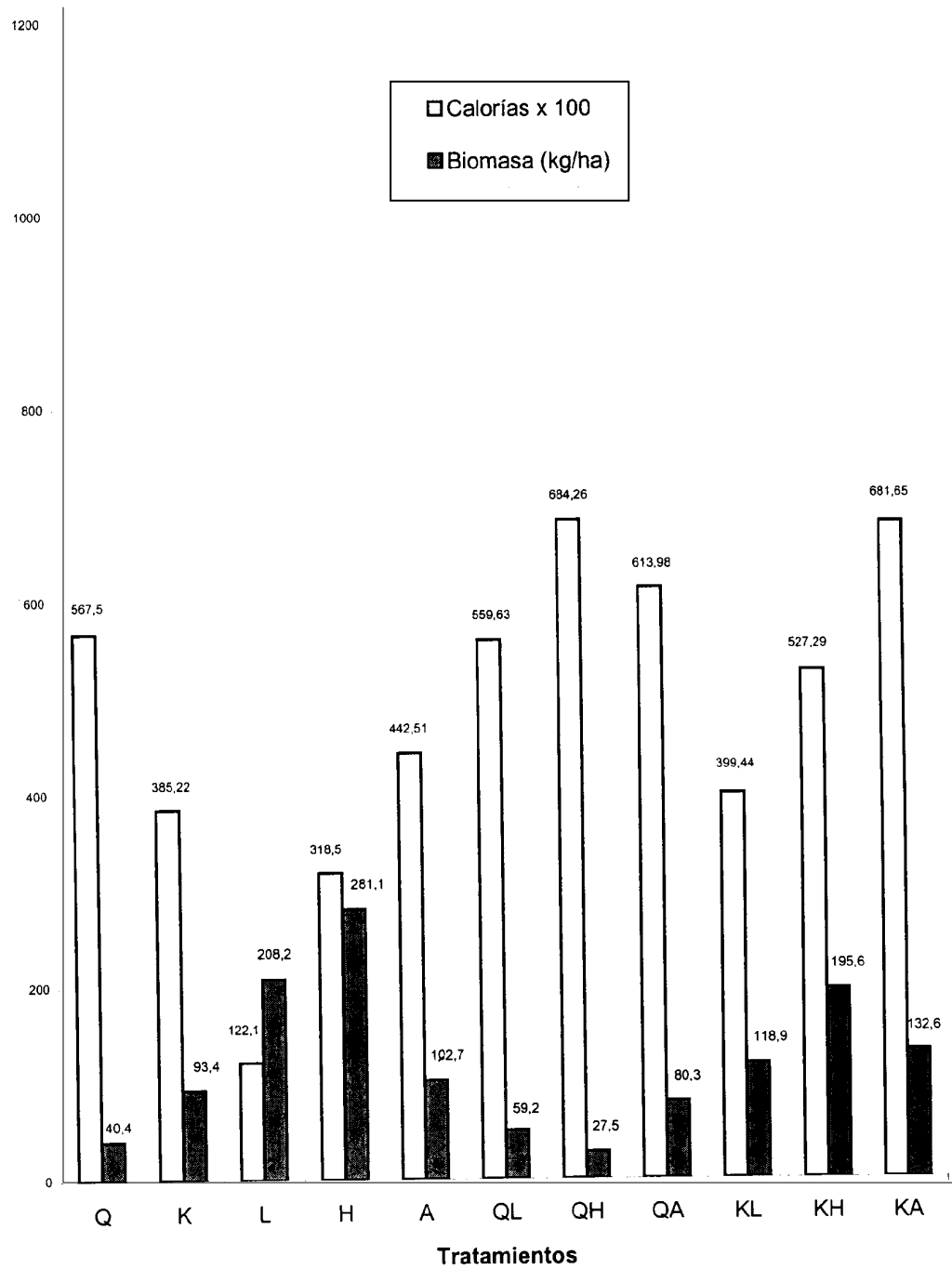


Figura Ap-2. Producción calórica y producción de biomasa de malezas. Loclaidad Tartar

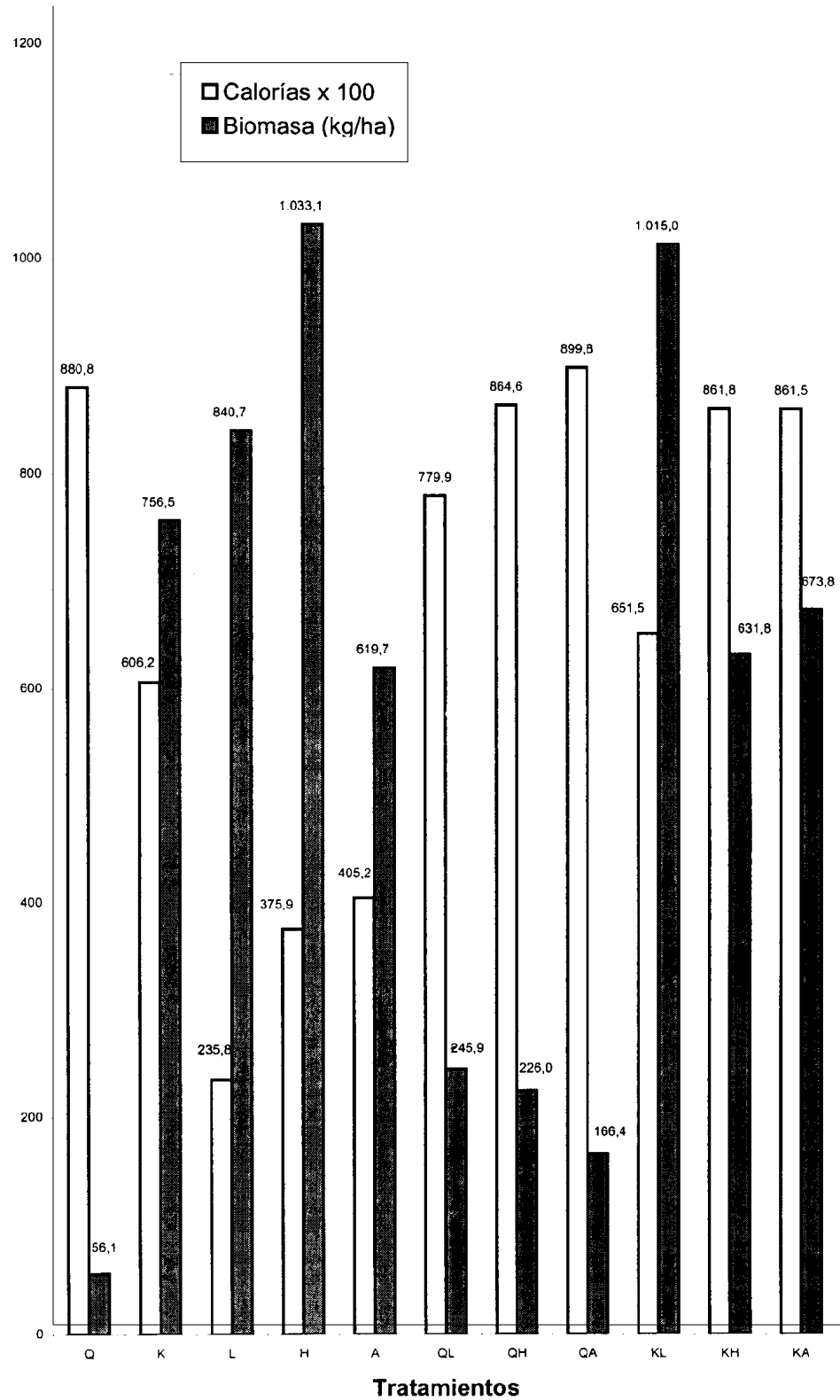


Figura Ap-3. Producción calórica y biomasa aérea. Localidad UNC.

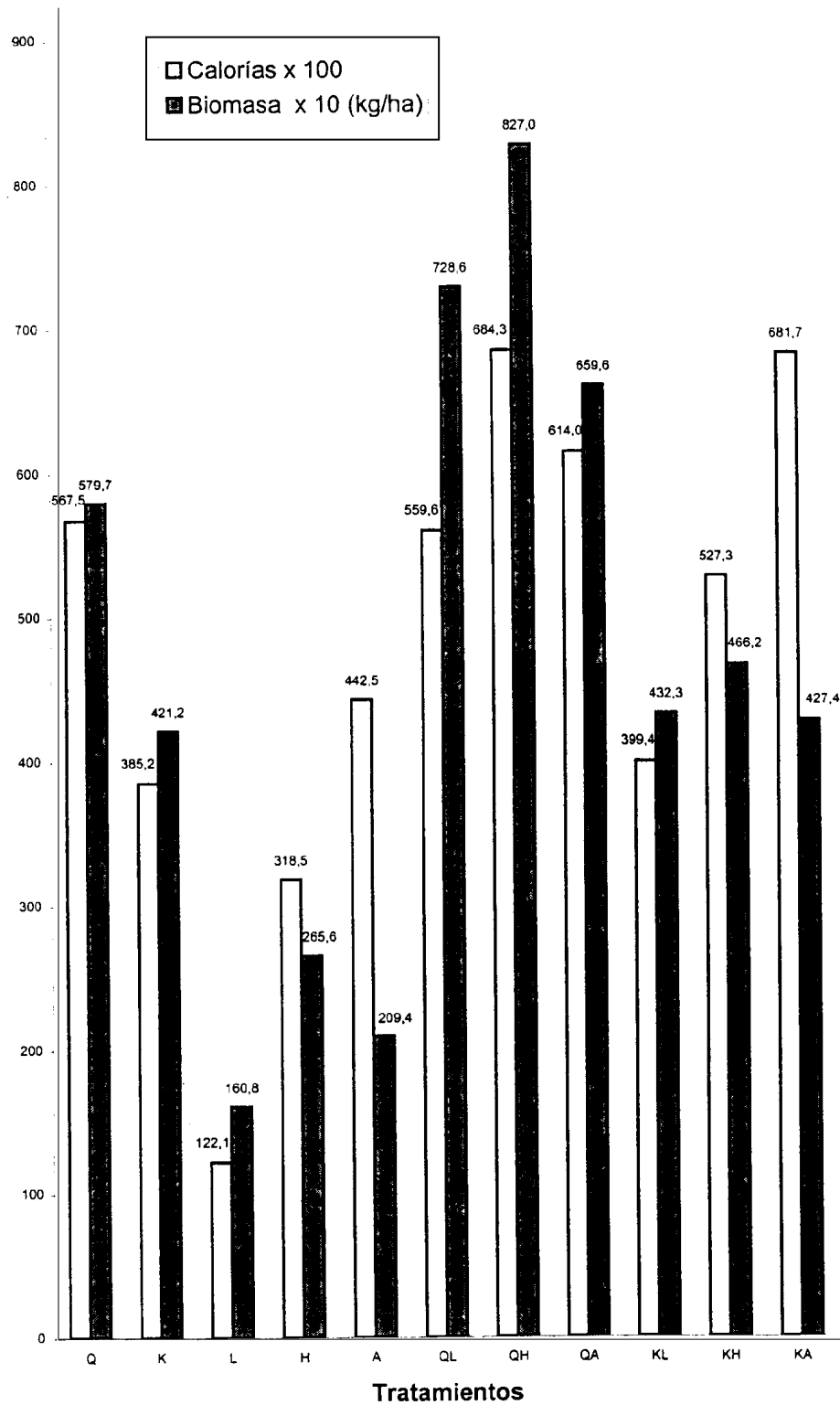
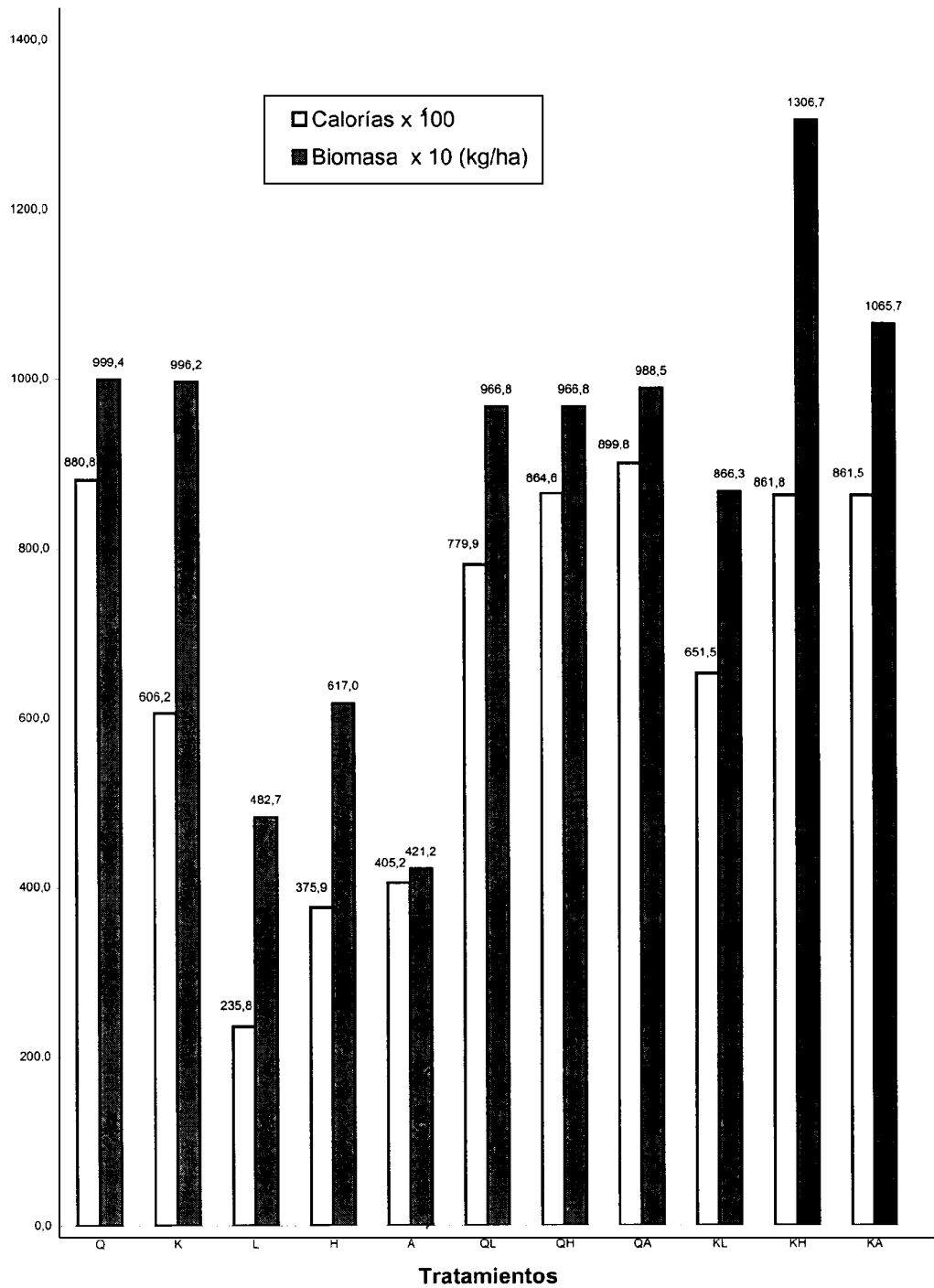


Figura Ap-4. Producción calórica y biomasa aérea. Localidad Tartar





Arriba (foto 1): Siembra de experimento en la localidad de UNC.

Abajo (Foto 2): Cultivo en fase de plántula. Localidad de Tartar, a los 15 días de la siembra.





Arriba (Foto 3): Cultivo en desarrollo vegetativo. Localidad de Tartar, a los 40 días de la siembra.

Abajo (Foto 4): Cultivo en desarrollo vegetativo. Localidad de UNC, a los 36 días de la siembra.





Arriba (Foto 5): Asociación quinua+lenteja, a los 40 días de la siembra.

Arriba (Foto 6): Asociación kiwicha+lenteja, a los 40 días de la siembra.





Arriba (Foto 7): Asociación quinua+haba, a los 40 días de la siembra.

Arriba (Foto 8): Asociación kiwicha+haba, a los 36 días de la siembra.





Arriba (Foto 9): Asociación quinua+arveja, a los 36 días de la siembra.

Arriba (Foto 10): asociación kiwicha+arveja, a los 40 días de la siembra.





Arriba (Foto 11): Extracción de malezas para evaluación.

Arriba (Foto 12): Muestra de unidad de evaluación y de la porción de malezas extraídas de una parcela experimental.





Arriba (Foto 13): Asociación kiwicha+arveja, a los 100 días de la siembra.

Arriba (Foto 14): Asociación kiwicha+haba, a los 100 días de la siembra.





Arriba (Foto 15): Plantas de lenteja, haba y arveja que han sido extraídas para la evaluación de nódulos.

Arriba (Foto 16): El cultivo de arveja fue afectado por el exceso de humedad por lluvias; por lo cual, su productividad fue evaluada en estado de grano verde.





Arriba (Foto 17): Arranque (cosecha), de la lenteja de entre las hileras de quinua. Localidad de UNC, a los 134 días de la siembra.

Arriba (Foto 18): Arranque (cosecha), de la lenteja de entre las hileras de kiwicha. Localidad de UNC, a los 134 días de la siembra.





Foto 19

Arriba (Foto 19): Experimento mostrando la quinua en la fase de madurez fisiológica. Localidad de Tartar, a los 148 días de la siembra.

Arriba (Foto 20): Toma de una muestra de suelo después de la cosecha, para la evaluación de nitrógeno total.



Foto 20