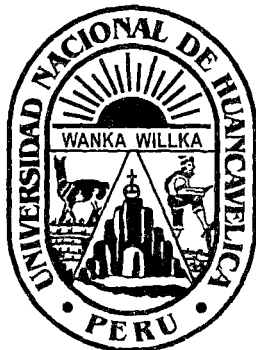


UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(CREADA POR LEY Nº 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS

**“EFICIENCIA DE USO DEL SUELO EN LA ASOCIACIÓN DE
CULTIVOS DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.) Y
TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) EN LA PROVINCIA DE
ACOBAMBA - HUANCAMELICA”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR LAS BACHILLERES:

CARMEN ONOFRE LULO
MARIBEL AYDA YAURI ROJAS

ACOBAMBA – HUANCAMELICA

2014

ACTA DE SUSTENTACIÓN O APROBACIÓN DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACIÓN

En la Ciudad Universitaria de "Común Era"; auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, a los 03 días del mes de Junio del año 2014, a horas 10:00 a.m.; se reunieron; el Jurado Calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente : Dr. David RUIZ VILCHEZ
Secretario : Ing. Leónidas LAURA QUISPETUPA
Vocal : Mg. Sc. Ing. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO
Accesitario : Ing. Carlos Raúl VERASTEGUI ROJAS

Designados con **RESOLUCIÓN N° 607-2013-CF-FCA-UNH**; del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros. Intitulado:

"EFICIENCIA DE USO DEL SUELO EN LA ASOCIACIÓN DE CULTIVOS DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.) Y TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) EN LA PROVINCIA DE ACOBAMBA – HUANCAMELICA"

Cuyos autores son las graduadas:

BACHILLERES: ONOFRE LULO, Carmen
YAURI ROJAS, Maribel Ayda

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros, antes citado.

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y la sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO

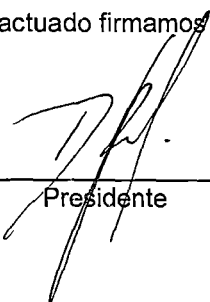


POR Mayoría

DESAPROBADO



En conformidad a lo actuado firmamos al pie.



Presidente



Secretario



Vocal

111

ASESOR:

Dr. Ruggerths Neil DE LA CRUZ MARCOS

DEDICATORIA

A: Dios por su amor inconmensurable será el estilóbato de nuestra vida y principal fortaleza para romper barreras y habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud, ser el manantial de vida y darnos lo necesario para seguir adelante día a día para lograr objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis queridos padres ELISEO y ARGENTIA, por su gran apoyo incondicional en el afán de ayudarme y a culminar mi carrera profesional y siempre que lo he necesitado en la trayectoria de mi vida.

A: mi madre NICOLASA, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor. A mi padre CESAR, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me han infundado siempre, por el valor mostrado para seguir adelante y por su amor. A mis hermanos por ser ejemplo de hermanos y de la cual aprendí ciertos momentos difíciles y a todos aquellos que ayudaron directa e indirectamente a realizar este documento.

AGRADECIMIENTOS

- ❖ Especial reconocimiento y gratitud a los docentes de la Escuela Académico Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Huancavelica, por sus experiencias y enseñanzas que contribuyeron en nuestra formación profesional.
- ❖ Al Dr. Ruggerths DE LA CRUZ MARCOS, nuestro asesor, por sus orientaciones y apoyo en la elaboración de nuestra tesis.
- ❖ Agradecimientos especiales a todas las personas que contribuyeron de una u otra manera en el desarrollo de nuestro trabajo de tesis.

CONTENIDO

	PÁG.
Resumen	
Introducción	
CAPÍTULO I: PROBLEMA	16
1.1 Planteamiento del Problema	16
1.2 Formulación del Problema	17
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo General	17
1.3.2 Objetivo Específicos	17
1.4 Justificación	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
2.1 Antecedentes	20
2.2 Bases Teóricas	25
2.2.1 Uso equivalente de la tierra (UET)	25
2.2.2 Cultivo de Aguaymanto	26
2.2.2.1 Origen	26
2.2.2.2 Taxonomía del Aguaymanto	27
2.2.2.3 Descripción Botánica.	29
2.2.2.4 Fenología y desarrollo del cultivo	29
2.2.2.6 Condiciones Ecológicas:	30

2.2.2.7 Proceso de siembra	31
2.2.2.8 Manejo técnico del cultivo	33
2.2.2.9 Plagas y enfermedades	34
2.2.2.10 Cosecha	34
2.2.3 Cultivo de Tarwi	37
2.2.3.1 Taxonomía y morfología del Tarwi	37
2.2.3.2 Requerimiento climático	39
2.2.3.3 Preparación de Suelos	40
2.2.3.4 Siembra	41
2.2.3.5 Labores culturales:	42
2.2.3.6 Manejo de plagas y enfermedades	43
2.2.3.7 Cosecha	44
2.2.3.8 Post Cosecha	44
2.2.4. Asociaciones de Cultivos	45
2.2.4.1 Cultivo asociado cereal – leguminosa	46
2.2.4.2 La asociación de cultivos y la agricultura tradicional	47
2.2.4.3 Conceptos y definiciones en las asociaciones de cultivo	47
2.2.4.4 Relación de competencia en los cultivos asociados	48
2.3 Hipótesis	49
2.4 Palabras clave	49
2.4.1 Uso equivalente de la tierra	49
2.4.2 Cultivos Asociados.	49

2.4.3 Tarwi.	49
2.4.4 Aguaymanto.	49
2.5 Variables de estudio	50
2.5.1 Variable Independiente (Causa)	50
2.5.2 Variables Dependientes (Efecto)	50
2.5.3 Definición Operativa de Variables e indicadores	50
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	52
3.1. Ámbito de estudio	52
3.2. Tipo de Investigación	53
3.3. Nivel de investigación	54
3.4 Método de investigación	54
3.5 Diseño de Investigación	54
3.6 Población, Muestra, Muestreo	59
3.6.1. Población.	59
3.6.2. Muestra.	59
3.6.3. Muestreo	59
3.7 Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos	60
3.8 Procedimiento de Recolección de Datos	60
3.9 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	61
CAPITULO IV: RESULTADOS	63
4.1. Presentación de resultados	63
4.1.1. Resultados generales de factores productivos del Tarwi y Aguaymanto	63
4.1.2. Resultados de factores productivos del cultivo del Tarwi	65
4.1.3. Resultados de factores productivos del cultivo de Aguaymanto	68

4.1.4. Resultados del uso equivalente de la tierra	73
4.1.5. Resultados del análisis económico	75
4.2. Discusión	77
4.2.1. Factores productivos del Tarwi y Aguaymanto	77
4.2.2. Factores productivos del cultivo del Tarwi	78
4.2.3. Resultados de factores productivos del cultivo de Aguaymanto	79
4.2.4. Uso equivalente de la tierra	80
4.2.5. Análisis económico	81
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	83
REVISION BIBLIOGRAFICA	84
ARTICULO CIENTIFICO	
ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

CUADRO 01: Operacionalización de variables de estudio	50
CUADRO 02: Características del Experimento	55
CUADRO 03: Tratamientos de estudio	56
CUADRO 04: Análisis de varianza para BCR	61
CUADRO 05: Resultados promedios de las características evaluadas en el Tarwi y Aguaymanto bajo el sistema asociado y monocultivo	64
CUADRO 06: Análisis de varianza de la altura de planta	65
CUADRO 07: Prueba de significación de Tukey para altura de planta	65
CUADRO 08: Análisis de varianza del número de vainas por planta	66
CUADRO 09: Prueba de significación Tukey para número de vainas por planta	66
CUADRO 10: Análisis de varianza del rendimiento de grano de Tarwi en kg/ha.	67
CUADRO 11: Prueba de significación de Tukey de rendimiento de grano de Tarwi en kg/ha	68
CUADRO 12: Análisis de varianza de la altura de planta (cm)	68
CUADRO 13: Prueba de significación de Tukey para la altura de planta en cm	69
CUADRO 14: Análisis de varianza del número de frutos (frutos/planta)	69

103

CUADRO 15: Prueba de significación de Tukey para el numero de frutos por planta	70
CUADRO 16: Análisis de varianza del peso de frutos por planta (g/planta)	70
CUADRO 17: Prueba de significación de Tukey de rendimiento de frutos por planta	71
CUADRO 18: Análisis de varianza del rendimiento de frutos (kg/ha)	72
CUADRO 19: Prueba de significación Tukey para rendimiento de frutos por hectárea	73
CUADRO 20: Uso equivalente de la tierra según rendimientos del Tarwi y Aguaymanto	74
CUADRO 21: Uso equivalente de la tierra según utilidad neta del Tarwi y Aguaymanto	75
CUADRO 22: Productividad, costos, valor bruto de producción y relación beneficio costo	76

INDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 01: Morfología del Aguaymanto.	28
IMAGEN 02: Planta de Aguaymanto en fructificación.	30
IMAGEN 03: Forma correcta de cosecha de frutos de Aguaymanto.	36
IMAGEN 04: Ciclo del cultivo de Aguaymanto.	36
IMAGEN 05: Planta representativa del Tarwi.	38
IMAGEN 06: Ubicación del trabajo de investigación.	52
IMAGEN 07: Croquis de distribución de los tratamientos	57

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el centro de investigación y producción Común Era de la Escuela Académico Profesional de Huancavelica, provincia de Acobamba departamento de Huancavelica, el objetivo fue evaluar los efectos productivos y eficiencia de uso del suelo en las asociaciones de cultivos de Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Los resultados indican: Los rendimientos productivos del Tarwi y Aguaymanto conducidos bajo el sistema de monocultivo son superiores a los obtenidos bajo el sistema asociado. Las siembras con oportunidad 1 y 2 del Aguaymanto y Tarwi presentaron variaciones no significativas en los rendimientos, tanto a nivel de monocultivo como en asociado. La asociación Tarwi – Aguaymanto sembrados con oportunidad 1 y 2, según rendimiento, no permite lograr un eficiente uso de la tierra, porque alcanzaron valores de 0.73, 0.77 y 0.78; no es beneficioso desde el punto de vista productivo respecto del logrado por el sistema de monocultivo. Asimismo la asociación Tarwi – Aguaymanto sembrados con oportunidad 1 y 2, según la utilidad neta, no permite lograr un eficiente uso de la tierra, presentaron valores de 0.63, 0.69 y 0.70. No resulta beneficioso desde el punto de vista económico, respecto del logrado por el sistema de monocultivo. Se encontraron alta utilidad neta de los tratamientos involucrados, siendo mayor la utilidad del monocultivo de Aguaymanto con S/. 26585.41 nuevos soles, asimismo se aprecia que las utilidades en los sistemas de cultivo asociado con S/. 18571.11 nuevos soles, son mayores al monocultivo de Tarwi con S/. 10556.81 nuevos soles. El monocultivo Tarwi obtuvo una relación beneficio/ costo de 4.07, mientras que el monocultivo Aguaymanto registró una relación beneficio costo de 3.72.

Palabras clave: Monocultivo, cultivo asociado, uso equivalente de la tierra, Tarwi, Aguaymanto.

INTRODUCCIÓN

La innovación tecnológica avanza a un ritmo bastante acelerado y exige a la comunidad científica mantenerse actualizado para atender la diversidad de las demandas del mercado, no solo para aprovechar oportunidades económicas, sino también, como profesionales del agro estamos involucrados en atender parte de esas demandas. El mega mercado dentro de la diversidad de sus exigencias exige productos comestibles que muchos de ellos se encuentran su hábitat en la sierra del Perú. Sin embargo esta necesidad de alimentos, genera una cadena de responsabilidades que pasa por los profesionales agrónomos y llega hasta los agricultores, quienes asumen parte del reto para cubrir cierta demanda, demanda que aparte de un requerimiento financiero exige alternativas tecnológicas agrícolas para mejorar los rendimientos de sus cultivos y niveles de producción. Por otra parte los agricultores de la sierra de nuestro país y dentro ellos los de Acobamba, tienen que sortear y superar otras debilidades, una de ellas es el tamaño de sus predios agrícolas, realmente muy variable, disperso y accidentado: desde menores a 200 m² hasta mayores de 10000m², que a veces no permite planificar ni realizar una agricultura económica rentable, más aun si todo depende de las precipitaciones fluviales, realmente impredecibles en el inicio, periodo y frecuencia de las lluvias durante en las últimas campañas agrícolas. Sin embargo bajo esas condiciones se tiene que seguir realizando agricultura.

Para ello se hace necesario que la cadena de responsabilidades productivas y de generación de tecnologías siga funcionando, para encontrar y proponer alternativas tecnológicas, no solo para los cultivos que por costumbre y tradición se conducen a nivel de la sierra, sino también para encontrar nuevos cultivos alternativos que se adapten a las condiciones ambientales, que ofrezcan mejores eficiencias de uso del suelo y puedan ser incorporados como parte de un menú de opciones agrícolas. Los autores del presente creemos que uno de esos cultivos es el aguaymanto y el tarwi, por varias razones que mencionamos en seguida: su rusticidad, resistentes a plagas y enfermedades, su demanda en el mercado, un alto nivel nutritivo, el bajo costo de producción y alta rentabilidad.

Es por ello que a través del presente trabajo evaluamos sus capacidades productivas sometiéndolos a conducciones de monocultivo y asociación con oportunidades de momentos diferentes de siembra, cuyos resultados presentamos y ponemos a disposición de la comunidad académica y de los productores, como un granito de arena a las grandes necesidades del campos y de las autoridades para una mejor toma de sus decisiones.

CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

El cultivo asociado es una práctica agrícola que consiste en la combinación de dos o más especies de plantas en el mismo espacio de suelo o terreno, esta práctica desde tiempos atrás viene propiciando incrementos de rendimiento, siendo más eficiente en el uso de suelo (nutrientes), mano de obra y ambientales; por lo que, actualmente predomina los monocultivos, también resulta muy beneficiosa para tratar suelos pobres en materia orgánica y logros interesantes. Además el sistema asociado de cultivos puede ser utilizado incorporando la variable de momentos de siembra en periodos de tiempo relativamente cortos a medianos, para tratar de aprovechar los periodos lluviosos durante las campañas agrícolas en la sierra.

Los cultivos de tarwi y el aguaymanto de origen nativo del Perú, actualmente se constituyen en un componente en la búsqueda de una producción alternativa para el agricultor. Su inclusión en la asociación se justifica también por su gran adaptabilidad y rusticidad de ambos cultivos, ante diferentes condiciones climáticas; además, el cultivo de aguaymanto tiene un valor agregado en el mercado y valor nutricional; el tarwi además de su excelencia calidad nutricional aporta de materia orgánica, nitrógeno al suelo y sistema radical profundo que ayuda a mejorar el drenaje, desde este punto de vista ambos cultivos podrían complementarse en su sistema de siembra asociado para buscar alternativa de mejor productividad y rentabilidad para los agricultores. En ese sentido surge el interés por desarrollar la ejecución del presente trabajo de investigación en la que se pretende evaluar los efectos de asociar respecto de

Sus relaciones de competencia entre el tarwi y el aguaymanto, cuyos resultados pueden contribuir como propuestas productivas que ayuden a mejorar la calidad de vida de los productores de la zona. Por tanto surgen interrogantes que se necesitan responder como el que se plantea en seguida.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuáles serán los efectos productivos y eficiencia de uso del suelo en la asociación de cultivos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) y tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la provincia de Acobamba-Huancavelica?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar los efectos productivos y eficiencia de uso del suelo en las asociaciones de cultivos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) y tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la provincia de Acobamba- Huancavelica.

1.3.2 Objetivo Específicos

- ✓ Determinar los efectos productivos de la asociación de aguaymanto y tarwi
- ✓ Determinar la eficiencia y uso del suelo a través del uso equivalente de la tierra (UET) de los cultivos de aguaymanto y tarwi en asociación
- ✓ Determinar la oportunidad de siembra de aguaymanto en asociación con tarwi.
- ✓ Realizar el análisis económico de los cultivos de aguaymanto y tarwi sembrados en asociación.

1.4 Justificación

a) Científico

El presente trabajo de investigación permite ampliar conocimientos sobre el cultivo aguaymanto y tarwi, conocer el comportamiento y respuesta productiva al ser conducido bajo el sistema de monocultivo y asociados con diferentes momentos de siembras. Resultados que quedarán a disposición de la comunidad académica agrícola de la región y el país. Asimismo conduce a que los profesionales científicos del agro incorporen dentro de sus planes de investigación antecedentes sobre eficiencia de uso de suelos de estos cultivos, y que puedan generar y/o ampliar nuevos trabajos de investigación.

b) Social

Al ser el agro uno de los sectores que alberga a una alta población que tiene como principal actividad la agricultura, los resultados de la investigación contribuirán con la toma de sus decisiones para decidir los cultivos a sembrar sea en monocultivos o asociación, que además de diversificar sus cultivos puedan encontrar alternativas agrícolas con mayor rentabilidad en comparación a los que comúnmente siembran en sus chacras

c) Económico

Los cultivos asociados nos dan beneficios económicos con diferentes arreglos del sistema, aun en la adversidad climática podemos encontrar alternativa para generar ingresos económicos con o sin la competencia relativa de los dos cultivos y el uso eficiente del suelo. El aguaymanto hoy empieza a proyectarse al mercado exterior como gran potencial de exportación hacia mercados de Estados Unidos de Norte América, Europa. Hace algún tiempo cuando nadie se acordaba de esta fruta, ni el Estado, ni las empresas exportadoras, ahora son "famosa"

responsabilidad social, etc. Emprendimos un gran reto, demostrar que la agricultura en Sierra es posible de manera tecnificada y más aún cuando sea rentable para el agricultor y contribuya en la mejora de la calidad de vida de sus familias.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Camarena et al (1996), reportó resultados de una investigación agrícola realizada en la región Ancash al evaluar el rendimiento en grano seco de frijol en asociación con el maíz. El objetivo del trabajo fue determinar la oportunidad de siembra del frijol UNAGEM -1 en asociación con maíz, el uso equivalente de la tierra de los cultivos en asociación y el análisis económico de los mismos. Utilizó el diseño de bloques completos al azar con siete tratamientos y tres repeticiones. Los resultados muestran que los tratamientos de pruebas de las oportunidades de siembra de los monocultivos de frijol y maíz fueron mayores a los obtenidos en la conducción de asociados con 1996 kg y 2372 kg respectivamente; sin embargo, cuando el frijol se siembra 20 días después que el maíz, se obtiene una producción total de 3033 kg/ha en la misma área y registrando además el mayor uso equivalente de la tierras igual a 1.40. No se encontraron diferencias estadísticas al analizar la utilidad neta de los tratamientos involucrados pero la siembra del frijol 20 días después que el maíz registró una relación beneficio costo de 1.67, lo que hace rentable la siembra asociada de las variedades en estudio.

Alemán et al. (1997), realizó el estudio de **Uso de las habas (*Vicia faba*) en asociación con papas: como alternativa para el mejoramiento de los suelos en regiones de altura**. Menciona que, en la región de la Esperanza, Intibucá, en Honduras, ubicada entre 1560 y 2000 metros sobre el nivel del mar (msnm) es considerada ideal para el cultivo de la papa por sus condiciones de altura, clima y suelos. Actualmente grandes y pequeños productores centran sus esperanzas en la papa. Pero, el monocultivo de la papa durante más de veinte años ha dado origen a

suelos degradados donde el excesivo uso de pesticidas y fertilizantes químicos han dejado su huella: rendimientos decrecientes y mayores problemas de plagas y enfermedades. La asociación de papa y habas parte del principio de "alimentar al suelo" y verlo como un organismo vivo. Los niveles de fertilización química utilizados para obtener rendimientos aceptables andan en el orden de 22 quintales por hectárea, lo que además de causar daño al balance de nutrientes en el suelo, no está al alcance de Los agricultores pobres. También se observe una tendencia hacia la disminución de Los rendimientos debido al ataque de microorganismos. Estos factores están haciendo que el cultivo de la papa se convierta poco a poco en una actividad poco rentable. De allí la necesidad de buscar alternativas sostenibles para mejorar la fertilidad del suelo y mantener los rendimientos del cultivo en niveles rentables para el agricultor.

Cosecha de papas y deshierbo de las habas. El asocio de papas con la leguminosa haba (*Vicia faba* L.), utilizada ampliamente por agricultores puede ser útil en la agricultura centroamericana. Esta práctica la realizan grupos indígenas quienes a lo largo de muchos años han afinado un sistema que les permite obtener rendimientos constantes de papas y habas, además de mejorar sus suelos con la utilización de los restos de cultivos y otros abonos orgánicos. Esta experiencia parte del principio de "alimentar al suelo" y verlo como una viva. El ejemplo del Ecuador se ha tomado como base para realizar algunos trabajos de asociación de papa y haba en la esperanza con el fin de observar el comportamiento de la asociación.

Alemán et al (1997) concluye en: Que el cultivo de haba representa una opción para el mejoramiento de los suelos degradados de regiones de altura, donde por muchos años se ha cultivado papas con un alto grado de insumos externos. El aporte de haba para el mejoramiento del suelo en términos de fijación de nitrógeno y aporte de materia orgánica se convierte en una ventaja adicional a su uso como humano. También, es de fácil preparación para el consumo y tiene un excelente valor nutricional. Por otro lado, su

adaptación a zonas altas y tolerancia a las heladas hace de esta especie un "compañero" ideal para el cultivo de la papa.

Para introducir el uso de haba se requiere hacer algunos ensayos con el fin de afinar el manejo agronómico, establecer costos, observar cambios en el suelo y fechas de siembra. Así mismo, es importante trabajar en aspectos relacionados al consumo en diferentes preparaciones, tomando como base la experiencia de Guatemala.

Doughty (1982), recomienda las siguientes actividades de la asociación con papa en experiencia de los andes.

- Preparación del terreno. Debe realizarse con suficiente tiempo para que se pudran los restos de cultivo de la cosecha anterior. Normalmente una aradura y un rastreo son suficientes en suelos con buen contenido de materia orgánica. En parcelas pequeñas se puede hacer la preparación con azadón, para dejar un suelo suelto listo para la siembra.
- Aporque de la papa. Se realiza aproximadamente a los 60 días para favorecer el desarrollo del tubérculo y realizar un buen control de malezas.
- Siembra del haba. Se puede realizar al momento del aporque de la papa. Se pone una línea de habas en media de los surcos de papa, dejando 0.40 m entre posturas, colocando 2-3 semillas por postura. A esta densidad se necesitan unas 125 Libras de semilla de habas por hectárea.
- Cosecha de papas. Al momento de cosechar las papas se hace un deshiero al terreno, la cual ayuda al crecimiento de las habas. Todo el resto de la cosecha y las malezas se incorporan al suelo.
- Cosecha de las habas. Unas semanas después de sacar la papa, viene la cosecha final de habas, porque ya se han cosechado una buena cantidad de habas tiernas para el consumo familiar. Todo el follaje de haba también queda en el terreno como restos de cultivo para incorporar en la próxima temporada. El cultivo de haba se

cosecha en vaina para su aporreo. Una hectárea bien cuidada puede dar de 15-18 quintales de grano.

El mismo autor, menciona como ventajas de este sistema:

- Control de la erosión. Al existir más cultivos en el mismo terreno, se crea una barrera protectora contra las lluvias y se reduce el ataque de plagas de la misma sobre el suelo, disminuyendo la erosión.
- Mantenimiento de la humedad del suelo. En el sistema papa-haba se obtienen dos cultivos de un mismo terreno mejorando el ingreso total por área cultivada. Si existe mayor cobertura sobre el terreno y mayor cantidad de raíces que penetran en el suelo, entonces se alimenta la infiltración y se disminuye la evaporación, resultando en una duración más prolongada de la humedad.
- Mejoramiento de la fertilidad del suelo. Las habas fijan entre 158-223 Kg. de nitrógeno/Ha/año, contribuyendo a reducir la necesidad de aplicación de fertilizantes nitrogenados. En vista que en una misma parcela se siembran dos cultivos, se reduce significativamente el nivel de plagas presentes en comparación con parcelas de monocultivo.
- Control de malezas. En el sistema papa-haba hay mayor presencia de malezas debido a la cobertura que van creando ambos cultivos durante su desarrollo.

De la Cruz et al (2004), evaluaron los niveles de producción de los cultivos de maíz amiláceo y el frijol conducidos bajo los sistemas de cultivos asociados y en monocultivos, como una experiencia de trabajo en condiciones ambientales y tecnológicos de Acobamba. El objetivo era determinar el mejor momento de siembra de los cultivos y la eficiencia de uso de los suelos. Reportan como resultados que tanto el maíz como el frijol conducidos en monocultivos superaron ampliamente en rendimientos a los conducidos en asociación. La siembra de frijol en simultáneo con el maíz presentó mejor rendimiento que el sembrado en oportunidad 2 (15 días después que el maíz). Todos los tratamientos sembrados en asociación generaron mayor eficiencia de uso de los suelos, el mayor valor

con 1.43 ocurrió con la asociación maíz – frijol sembrados en simultáneo. Asimismo indican que el logro de la utilidad neta de los cultivos depende del cuidado y atención que se le da a los cultivos para tener alto rendimiento y de los precios que tienen los productos en el mercado.

Walker (2004), menciona que una de las formas en que se cultiva maíz y frijol voluble trepador, es en asociación (M x Fv), y consiste en la siembra simultánea de las dos especies en el mismo sitio, en proporciones de dos a seis plantas de maíz y una a cuatro de frijol, en donde el maíz sirve de soporte para el crecimiento del frijol, con arreglos espaciales en cuadro, surcos o triángulo, con distancias entre 1,2 y 0,8 m. La principal característica de la asociación Mx Fv es que, si bien, los rendimientos de cada especie son menores a los logrados en el correspondiente monocultivo, la combinación de ambos rendimientos es mayor por unidad de área, siendo más eficiente en el uso de recursos económicos, mano de obra, tierra y ambientales (agua, nutrientes y luz). En la asociación los rendimientos del frijol se reducen en más del 40% y en el maíz entre 10 y 21%. El indicador más utilizado para evaluar rendimientos en asociación es el Uso Eficiente o Equivalente de la Tierra (UET) o Rendimiento Relativo Total (RRT). Un UET mayor de 1; por ejemplo, de 1,2, indica que la asociación produce 20% más que el maíz o el frijol en monocultivo (monocultivo) por unidad de área y que entre las especies se presenta algún tipo de interacción que beneficia su cultivo asociado o que hacen demandas diferentes sobre los mismos recursos, disminuyendo la intensidad de competencia, en lo cual la plasticidad del frijol es fundamental.

El propósito de esta revisión de literatura sobre el cultivo MxFv, es analizar, desde una perspectiva eco fisiológico, las relaciones de competencia entre el maíz y el frijol y los efectos del asocio sobre el microclima. A su vez, los cambios en el microclima tendrán efectos sobre características morfológicas, fisiológicas y en la ontogenia de las especies asociadas. Esta perspectiva de análisis puede contribuir a explicar el comportamiento del maíz y el frijol en la asociación.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Uso equivalente de la tierra (UET)

Willey y Osiru (1996), define que existe diferentes indicadores matemáticos que miden la eficiencia de los cultivos intercalados con relación a sus monocultivos respectivos, de todos ellos el UET (unidad equivalente de tierra) definido como: el área de tierra relativa requerida por un cultivo solo para producir el mismo rendimiento que asociado. Ha sido el más empleado en estudios sobre intercalamiento de cultivos.

Willey y Osiru (1996), indican el peligro de comparar una producción de un cultivo asociado con la producción de un cultivo solo, sobre la base de una misma proporción de siembra, ya que la competencia en asocio generalmente resulta en una diferente proporción al final de la proporción al final de la producción con relación a la de un solo cultivo.

El UET basa sus cálculos en el concepto de rendimiento relativo, que se obtiene del cociente de dividir el rendimiento del cultivo asociado entre el rendimiento del mismo en monocultivo. Los rendimientos relativos por especie dan una idea de la habilidad competitiva, si es igual a uno implica igual capacidad y si es superior a dicho número implicara alta dominancia. En el caso de que ambas especies tuviesen rendimientos superiores a la unidad, se pudiese pensar que dichas especies se encuentran en mejores condiciones, mutuamente creadas, cuando se asocian. La expresión matemática que define a UET es la siguiente:

$$UET = \sum_{i=1}^n (Y_{ia}/Y_{im})$$

Donde:

Y_{ia} = rendimiento del i-esimo cultivo en asocio

Y_{im} =rendimientos del i-esimo cultivo en monocultivo

n = numero total de cultivos en asocio

En el apendice 1 se muestra la forma de obtener los valores de dicho indice. Una de las ventajas del UET es que provee bases estandarizadas para que los cultivos puedan ser adicionados para formar rendimientos combinados, lo que implica que el UET puede utilizarse en diferentes situaciones y entre diferentes combinaciones de cultivos. El UET total puede ser considerado como una medida de la ventaja relativa de produccion. Por ejemplo si tuvieramos un UET de 1.2 indica una ventaja de rendimientos de 20%, lo que implica que mas tierra seria requerida como cultivo solo para producir el mismo rendimiento obteniendo en asocio. Una preferible interpretacion del UET. Es la eficiencia biologica incrementada por la siembra de dos cultivos juntos en un ambiente particular. Otra ventaja es su facil entendimiento por la mayoría de investigadores y provee una evaluacion de la eficiencia biologica de la asociacion de cultivos.

2.2.2 Cultivo de Aguaymanto

2.2.2.1 Origen

Araujo (2007), menciona que (*Physalis peruviana* L.) es conocida por distintos nombres en el Perú: Quechua (topo topo), Aymara (cuchuva, uchuba), Castellano (Capulí, aguaymanto, uvilla). Es una solanácea originaria de los Andes de Perú, Bolivia y Ecuador (del Antiguo Perú).

2.2.2.2 Taxonomía del aguaymanto

Araujo (2007), reporta la siguiente clasificación:

Pertenece a las plantas fanerógamas

Reino : Plantae

División : Embriophyta

Sub división : Angiospermas

Clase : Dicotyledoneae

Sub clase : Methachlamydeae

Orden : Tubiflorales

Familia : Solanacea

Género : Physalis

Especie : peruviana

Nombre científico : *Physalis peruviana* L. Nombre común :

Aguaymanto, tomatillo, uvilla, uchuva, capul



IMAGEN 01: Morfología del aguaymanto. (Tomado de Dostert et al. 2011)

2.2.2.3 Descripción Botánica.

Araujo (2007), describe al aguaymanto como una planta solanácea herbácea erecta, perenne, con una altura aproximada de 1 a 1.5 m. dependiendo de ecotipos, flores de color amarillas en forma de campanas, con corolas campanuladas de color morado marrón; de raíz pivotante y un tallo principal, de mayor importancia en su aspecto nutritivo de la Sierra peruana se han comenzado a seleccionar las especies más resistentes con mayor rendimiento. Muchos ecotipos y subespecies existen actualmente a lo largo de los Andes de nuestro país los cuales son diferenciados por sus hábitos de crecimiento: Rasatrero, Semi rastrero y erecto.

2.2.2.4 Fenología y desarrollo del cultivo

Ibarra (1992), alude que *Physalis peruviana* presenta las siguientes fases fenológicas:

Fase de germinación: de las semillas a inicio de la floración.

Fase de floración: a inicio del fructificación.

Fase de fructificación: a la maduración del fruto (**cosecha**).

Estas fases tienen diferente duración en plantas en crecimiento: Inicialmente hay un crecimiento inicial foliar; alrededor de 2 a 3 semanas del trasplante, se inicia la ramificación y floración; a partir de este momento, el crecimiento de hojas y flores es continuo y alterno en cada rama, teniendo siempre las plantas hojas nuevas y viejas, flores, frutos en crecimiento y otros madurando.

Asimismo, menciona las siguientes etapas y duración de desarrollo periódico del cultivo

- Inicial 0-89 días
- Desarrollo 90-131 días
- Floración 132-164 días
- Fructificación y cuajado 165-191 días
- Producción 192-202 días



IMAGEN 02: Planta de aguaymanto en fructificación.

2.2.2.6 Condiciones Ecológicas:

Velásquez & Mestanza (2003), indica que el aguaymanto necesita para su mejor desarrollo ciertas condiciones ambientales, tales como:

- **Época ó Estacionalidad de Siembra:** Sierra (setiembre a octubre para aprovechar las lluvias).

- **Clima.-** Templado (Temperaturas entre 12 a 20°C). Con un rango óptimo e 12 a 20°C. Altitud: Sierra (hasta los 3,500 msnm). (Desde 800 hasta 3,500 msnm para algunos ecotipos).
- **Luminosidad.-** La temperatura y la luz juegan un papel importante en el tamaño, color, contenido nutricional, sabor y tiempo de maduración del fruto.
- **Precipitación.-** Por lo menos de 600 a 800 mm de precipitación son necesarios durante los primeros períodos de crecimiento.
- **Humedad.-** La humedad relativa favorable para este cultivo oscila entre 70 y 80 %. Aunque también puede crecer con un humedad relativa mínima de 50% y máxima de 90%.
- **Altitud.-** La fruta se produce bien desde el nivel del mar hasta los 3300 msnm, pero obtiene un buen comportamiento entre 1800 a 2800 msnm, siendo lo ideal entre 2400 a 2800 msnm (observación personal, esto por la poca incidencia de plagas y enfermedades y tamaño de frutos).

2.2.2.7 Proceso de siembra

Fischer y Lurders (1992), indica que el aguaymanto puede ser sembrada por almácigo o siembra directa, siguiendo el siguiente procedimiento:

- a) **Obtención de semillas.-** Las semillas se extraen estrujando los frutos en un recipiente con agua (se desmenuza bien los frutos) se agita el agua y por diferencia de densidad, se separa la cáscara, la pulpa y las semillas; siendo estas últimas las que tienen mayor densidad (semillas maduras) las que van a ir a parar al fondo del recipiente y con la ayuda de un colador se reciben las semillas, se da un buen lavado con agua del caño; luego las semillas se secan a la sombra sobre un papel o tela absorbente. .

- b) Almacigo.-** Las semillas (que son pequeñas), se mezcla con un sustrato arenoso (arena, suelo franco arenoso ó cualquier otro sustrato que ayude a mezclarse uniformemente con la semilla). Previamente, se separa un poco de sustrato de la cama del almacigo (para utilizarlo en la fase final de la siembra), se nivela, luego en la superficie de la cama de almacigado se esparce una delgada capa de ceniza, en seguida se esparce uniformemente por toda la cama del almacigo la mezcla de semilla con el sustrato arenoso, a continuación se esparce otra muy delgada capa de ceniza (la ceniza va a dar abrigo a la semilla así como también es un eficaz controlador de enfermedades radiculares en esta etapa) y por último para tapar la siembra se esparce el sustrato de la cama del almacigo (más o menos 3 veces el espesor de la semilla, máximo aprox. 5 mm de espesor como sustrato; esto es para que retenga la humedad del riego); una vez realizada la siembra se procede al riego (con la ayuda de una regadera), es preferible regar con agua tratada (agua potable, sin cloro), esto para evitar infestación de chupadera fungosa (agua proveniente de canales y acequias de regadío de otros campos), después se coloca el tinglado. Otra forma de siembra consiste en hacer surcos pequeños de 3 cm de distanciamiento con 1 cm de profundidad, en el fondo del surco se distribuye las semillas distanciadas a 3 cm. El tiempo de duración de las plántulas en almacigo es de 1 mes aproximadamente.
- c) Trasplante.-** Para el trasplante, se seleccionan las plantas sanas, bien formadas, libres de plagas y enfermedades.
- d) Siembra Directa.-** Para la siembra directa, es necesario que el campo donde se va a instalar de este cultivo esté listo (surcado, hoyado, abonado y fertilizado), con un mes de anticipación antes de la siembra. Con esta práctica el inicio de la cosecha se adelantaría (menor tiempo, ya que la planta no sufriría ningún estrés de crecimiento), las plantas serían más

sanas (menor manipulación) y habría un mejor rendimiento. La siembra se haría con la ayuda de un repicador (0.8 cm de profundidad), una cucharadita (con una tara aprox. de 5 a 6 semillas por hoyo, dependiendo del valor real de germinación), la semilla a usar debe ser primero pre-germinada, luego se echará un poquito de ceniza para luego taparlo con un sustrato preparado de 1 de arena y 1 de excretas de lombriz o materia orgánica muy descompuesta, si es posible se puede tapar con pajas el lugar donde se ha realizado la siembra (para darle abrigo). El riego se haría diariamente con una mochila de fumigar (hasta que emerjan), luego el riego se hará por surcos (haciendo un pequeño anillo concéntrico alrededor del hoyo). Cuando las plantas hayan emergido y tengan aprox. 3 cm de altura, se procede al desahije dejando sólo dos plantas por hoyo y cuando tengan 8 cm de altura, se deja sólo 1 planta por hoyo.

2.2.2.8 Manejo técnico del cultivo

Gutiérrez (2008), menciona que para tener una producción eficiente del cultivo de aguaymanto se debe tomar en cuenta correctamente todos los manejos técnicos que se requiere:

- **Suelos:** Franco (Arenoso y arcilloso), de suelos sueltos y profundos, fértil, bien drenados, de pH ligeramente ácido 5 a 8. ricos en materia orgánica (6-8%), sin embargo en contenido de materia orgánica no debe ser mayor de 4%. pH: 5.5 – 7.0. (neutro), aunque se adapta muy bien a una amplia variedad de suelos desde pH ácidos (4.5) hasta pH alcalinos (8.2).
- **Abonamiento:** Estiércol descompuesto (10TM/ha), ó compost (5 TM/ha). (guano de isla mezclado con estiércol descompuesto 250 kg/ha).

- **Fertilización:** El (*Physalis peruviana*) presenta buena respuesta a la aplicación de fertilizantes ricos en nitrógeno y potasio (elementos que más requiere y la que más extrae).
- **Riego:** Cada 20 días hasta la floración y de la floración hasta la maduración cada 15 días. (de 3 a 5 riegos durante su desarrollo vegetativo dependiendo del ecotipo de aguaymanto (precoz, semitardío y tardío).

2.2.2.9 Plagas y enfermedades

Hokche (2008), indica que, el control de plagas y enfermedades debe efectuarse en forma oportuna según se presenten en el cultivo, se reporta a las siguientes:

- **Plagas:** Masticadores de follaje (*Copitarsia turbata*), barrenadores de tallo (*Agromyza sp*), Arañita roja, Mosca blanca, Chrysomélido, epítrix.
- **Enfermedades:** Pudriciones radiculares (Pythium, Fusarium y Phytophthora).

2.2.2.10 Cosecha

Benítez (1999), menciona que, la cosecha se realiza una vez que la planta haya cumplido todo su periodo vegetativo.

La cosecha es manual, depende de la variedad y condiciones climáticas, se realiza cuando cambia de color el fruto a un amarillo tenue; lo recomendable es tener una planta que produzca frutos desabor agradable y de color uniforme y con resistencia al transporte. Está a los 6 a 9 meses.

Post cosecha: Clasificación, limpieza y almacenamiento

Rendimiento: Sierra: (5TM a 10TM/Ha). Costa: (6TM a 12TM/Ha), depende del tipo de suelo y manejo del cultivo.

Valor Nutricional: Su valor nutricional del aguaymanto está en el fruto rico en vitamina A, B, C, que es consumido por su alto valor proteico (proteína).

CEDEPAS NORTE (2012), producto de experiencias de trabajos de producción de aguaymanto conducidos con el sistema de tutores y riego tecnificado, reporta que la cosecha Se inicia a partir del 5° al 9° mes después de la siembra, esto depende de las condiciones climáticas de cada zona. El inicio de cosecha es cuando el fruto presenta un color amarillo- naranja y el capacho o cáliz muestra una coloración verde amarillento, aunque el estado de cosecha depende del fin que se dará al fruto. Cuando se inician las cosechas deben hacerse cada 15 días y luego semanalmente para evitar que la fruta sobre madure y se malogre durante el traslado hasta el destino final. Las cosechas pueden prologarse durante un año o año y medio desde la primera cosecha; luego el fruto cosechado es de menor calidad y tamaño. Debe emplearse tijeras para la cosecha, dejando íntegro el pedúnculo del fruto. Lo ideal es cosechar en jabas para permitir una aireación adecuada del fruto en campo y evitar la compactación. Se puede realizar también en depósitos pequeños para evitar que la fruta se maltrate. No presionar los frutos con los dedos, sino cogerlos del pedúnculo.

Reportan haber alcanzado rendimientos en promedio de 25 000 kg por hectárea, equivalente a 10 kg por planta durante todo el periodo productivo.



IMAGEN 03: Forma correcta de cosecha de frutos de aguaymanto.
(SEDEPAS 2012)

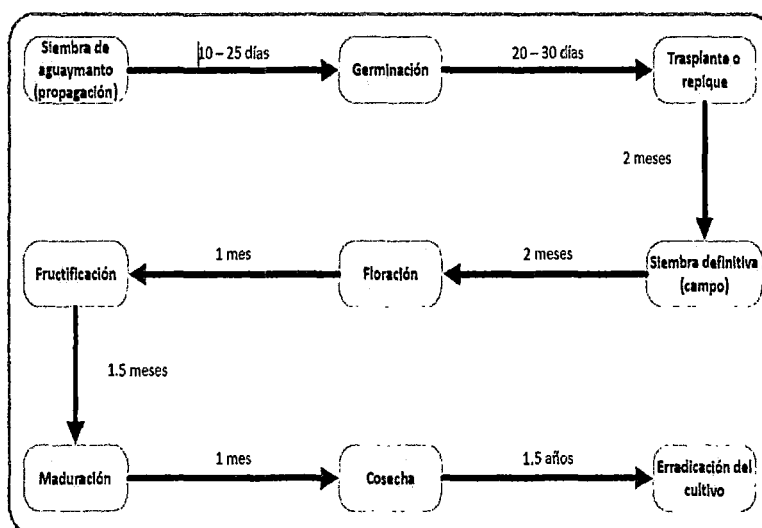


IMAGEN 04: Ciclo del cultivo de aguaymanto. (SEDEPAS – 2012)

2.2.3 Cultivo de Tarwi

Agrorural (2009), menciona que, el cultivo de tarwi es un cultico originario de los andes centrales; fue uno de los cultivos importantes en las épocas pre colombianas. En vasos Tiahuanaco (1000 a. c) aparece en dibujos. Su alto contenido de proteínas garantizaba una dieta balanceada en las épocas incaicas cuando no había consumo de carne. Los cultivos de tarwi se hallan hasta 4000 msnm., y las principales regiones son el sur del Perú y Bolivia y el norte de Perú y Ecuador. En la actualidad es un recurso muy importante en la evolución socioeconómica del agricultor altoandino, así como la vigencia del TLC con EE. UU. y las crisis de alimentos como consecuencia del calentamiento global, dan una gran oportunidad a los granos andinos y entre ellos al tarwi. **Las Variedades más conocidas son:** Kayra, Aucapilla, Huancayo.

2.2.3.1 Taxonomía y morfología del tarwi

El manual técnico publicado por **Agrorural (2009)**, reporta la siguiente clasificación y descripción:

Clase : Dicotiledóneas

Sub clase : Rosidae

Orden : Fabales

Familia : Fabaceae

Género : Lupinus

Especie : Lupinus mutabilis Sweet



IMAGEN 05: Planta representativa del tarwi.

- a) **Hojas.** Son de forma digitada, generalmente compuesta por ocho folíolos que varían entre ovalados a lanceolados, en la base del peciolo existen pequeñas hojas estipulares rudimentarias. El color varía de amarillo verdoso a verde oscuro dependiendo del contenido de antocianina.
- b) **Flores e inflorescencia.** El tarwi pertenece a la subfamilia papilionáceas por lo cual presenta una corola grande de 1 a 2 cm, con cinco pétalos y compuestas por un estandarte, dos quillas y dos alas. Según el tipo de ramificación que presenta la planta, puede tener hasta tres floraciones sucesivas y una sola planta puede existir hasta 1000 flores. La coloración de la flor varía entre el inicio de su formación hasta la maduración de un azul claro hasta uno muy intenso de allí se origina su nombre científico, *mutabilis*, es decir que cambia. Los colores más comunes son los diferentes tonos de azul e incluso púrpura; menos frecuentes son los colores blanco, crema, rosado y amarillo.

- c) **Semilla.** Las semillas del tarwi están incluidas en número variable en una vaina de 5 a 12 cm y varían de forma (redonda, ovalada a casi cuadrangular), miden entre 0,5 a 1,5 cm. un kilogramo tiene 3500 a 5000 semillas. La variación en tamaño depende tanto de las condiciones de crecimiento como del ecotipo o variedad. La semilla está recubierta por un tegumento endurecido que puede constituir hasta 10% de peso total. Los colores del grano incluyen blanco, amarillo, gris, ocre, pardo, castaño y marrón y colores combinados como marmoleado, media luna, ceja y salpicado. La genética en la herencia del color de la semilla es bastante compleja y existen genes tanto para el color principal, como para cada una de las combinaciones.
- d) **Tallo y ramificaciones:** La altura de la planta está determinada por el eje principal que varía entre 0,5 a 2,00 m. el tallo de tarwi es generalmente muy leñoso y se puede utilizar como combustible. Su alto contenido de fibra y celulosa, hace que lo emplee como material de la combustión, sin embargo podrá permitir un proceso de industrialización. El color del tallo oscila entre verde oscuro y castaño. En las especies silvestres es rojizo a morado oscuro.

2.2.3.2 Requerimiento climático

Agrorural (2009), define que es un cultivo que prospera en diferentes tipos de suelos, mejora el suelo para otros cultivos ricos en proteínas y grasas. Se desarrolla adecuadamente en la región suni: 2500-4000 msnm. Se cultiva preferentemente en mesetas alto andinas. Requiere una temperatura de 20 a 25 °C en el día para su desarrollo vegetativo y de 9.5 en la noche para el desarrollo de granos. Es planta de 12 horas de fotoperiodo. También requiere de 350 mm de precipitación en el periodo vegetativo y de 500-700 mm en la etapa de floración. El contenido alto de alcaloide no permite su

ingestión directa, por lo que es necesario el desamargado, haciendo primero hervir los granos en agua para coagular las proteínas y después se ponen en costales de telas sumergidas en el río por una semana. El tarwi fija el nitrógeno en los suelos alrededor de 150 – 200Kg/ha/año.

Es una planta resistente a sequías, heladas tempranas, poco susceptible a plagas; requiere poca fertilización, solo requiere fósforo. Su periodo vegetativo va los 5 a 8 meses.

Suelos: cuando existe una apropiada humedad, el tarwi se desarrolla mejor en suelos francos a francos arenosos; requiere además un balance adecuado de nutrientes. No necesita elevados niveles de nitrógeno, pero si la presencia de fósforo y potasio. Lo que no resiste el tarwi son los suelos pesados y donde se puede acumular humedad en exceso. Requiere con un pH de 5.5 a 6.5.

2.2.3.3 Preparación de Suelos

Agrorural (2009), menciona que, para realizar una buena siembra debemos tener en cuenta que la tierra debe estar bien nivelada y mullida, así aseguramos una buena germinación de la semilla y un ambiente adecuado para que las plantas se desarrollen en forma óptima, y se debe tener en cuenta las siguientes características:

- Limpieza total de los suelos, sobre todo desechos de cultivo anterior.
- Terrenos que hayan sido sembrados anteriormente con cereales son los más apropiados.
- Preparar bien los terrenos, de preferencia manual o mecanizada.

Roturación o volteo: Lo más recomendable es el volteo del terreno con el arado de palo o yunta; es mejor si esto se realiza al finaliza el periodo de lluvias, volteando el suelo de tal manera que la parte superior del suelo se introduzca y la interior se vierta hacia la superficie. Esta labor favorece la descomposición de los residuos de cosecha, mayor aireación al suelo evita pérdida de elementos nutritivos. En esta etapa es importante incorporar los abonos orgánicos, para permitir su descomposición y los nutrientes estén disponibles al momento de la siembra.

Nivelado: Si aun después de pasada la rastra quedan terrones en el suelo, se puede usar rodillos para desmenuzar los terrones. El agricultor lo efectúa haciendo jalar tablones pesadas a la yunta, lo cual ayuda al nivelado del terreno.

Surcado: Se efectúa haciendo surcos distanciados de 0.6 m a 0.8 m.

2.2.3.4 Siembra

La mayoría de campos de lupino se siembra en condiciones de secano, razón por la cual la época de siembra depende mucho de las condiciones ambientales. Una regla podría ser iniciar las siembras cuando se hayan acumulado por lo menos 100 mm de precipitación en la campaña agrícola.

Esta fecha puede coincidir con los meses de noviembre a diciembre en los Andes centrales.

- ❖ **Densidad de siembra:** Es depende fundamentalmente de las ramificaciones de la planta y se debe buscar de aprovechar al máximo la energía solar por unidad de superficie en toda la plantación. Emplear semillas de garantía de 75 a 85 Kg/Ha y la siembra se hace en surcos, aplicando 5 semillas por golpe cada 60 cm entre plantas y 80 entre surcos.

❖ Abonamiento

El tarwi requiere una fórmula de abonamiento de 0-60-40 de NPK. Se puede usar 8 a 10 TM/Ha de compost fosfatado, o abonos orgánicos ricos en fósforo. El Biol se puede emplear en dos etapas: en cultivo y floración. No necesita fuentes nitrogenadas.

2.2.3.5 Labores culturales:

Agrorural (2009), recomienda que, para tener una producción eficiente del cultivo de tarwi, debemos aplicar correctamente todas las labores culturales que influirán en el desarrollo de planta en forma adecuada, siendo como sigue:

- **Deshierbo:** Permanente, ya que este cultivo es propenso a plagas principalmente en los primeros estadios es invadido por las malezas de temporada. Se debe mantener en suelo con buen drenaje.
- **Aplicaciones de Bioinsecticidas:** Se realizan periódicamente cada 15 días (12 rocotos, laurel, 10 Kg en 20 L. de mochila, así como la instalación trampas amarillas para controlar mosca blanca).
- La siembra en labranza mínima, es recomendable siempre y cuando se trate de terrenos con pendientes similares al 45 % y cuando se trate de un programa de conservación de suelos específicamente, ya que en un cultivo orgánico debemos evitar la incidencia de plagas, y la labranza mínima no es lo indicado debido a que las malezas son hospederas de estas.
- **Aporque:** Es necesario efectuar al inicio de la floración, cuando la planta tiene de 40 a 60 cm de altura.

2.2.3.6 Manejo de plagas y enfermedades:

Agrorural (2009), menciona que, el cultivo de tarwi durante su ciclo vegetativo, es afectado por diversas plagas y enfermedades, siendo las más frecuentes las que a continuación se describen, explicando sus daños:

Plagas:

- **Gorgojo barrenador:** (*Apion sp.*). Es un barrenador que hace las galerías en la base de la planta y tallo.
 - **Cortadores:** *Feltia spp.* , *Agrotis sp.* y *Copitarcia turbata*, sus larvas cortan plántulas al momento de la emergencia.
 - **El Astylus:** llamado Gusano peludo de la semilla, la larva corta los cotiledones y raíz de la planta y el adulto come polen.
 - **Minador de hojas:** (*Liriomyza sp.*). La pequeña larva hace minas en las hojas comiendo el parénquima.
 - **Picadores:** Los Trips (*Frankliniella spp.*). Estos insectos perforan hojas, castran flores.
 - **Cigarritas** (*Bergalia*). Estos consumen la savia y transmiten virus.
- Tratamiento:** 1 kilo de rocotos, hervidos en 18 litros de agua, aplicar 2 litros de preparado en 10 litros de agua por mochila.

Larva (*Agrotis sp.*) adulto

Larva (*Feltia spp.*) adulto

Enfermedades:

- ***Colletotrichum sp.*** Conocida como antracnosis, ataca mayormente a las hojas formando pústulas marrones oscuras con un halo amarillento,

también ataca al fruto. **Tratamiento:** Aplicaciones de Zumo de cola de caballo, 3 kilos hervidos en 18 litros de agua.

2.2.3.7 Cosecha

Agrorural (2009), menciona que la cosecha se realiza entre los 7 a 10 meses dependiendo de la variedad. Cortando las vainas, las cuales se juntan en lonas para la trilla, con mazo de madera, tratando de no quebrar los granos. No debemos dejar que se seque completamente las vainas, para evitar la dehiscencia de granos.

- ✓ **Trilla:** En lonas limpias, se procede a golpear para separar los granos de las vainas.
- ✓ **Rendimiento:** Un promedio de 3.5 TM/Ha, llegando alcanzar los 5000 TM/Ha.

2.2.3.8 Post Cosecha

- **Venteadado y limpieza:** Se realiza en las Eras, de preferencia en horas de la tarde, aprovechando el viento, usando tazones y lonas limpias.
- **Secado:** Tender en lonas secas y limpias para secar totalmente los granos por 3 a 4 días.

Almacenamiento

El grano cosechado y seco se puede almacenar por 2 a 4 años, sin mayores pérdidas de valor nutritivo y viabilidad y esto se alarga cuando se guarda en envases cerrados, evitar presencia de roedores y otras plagas. Antes de ensacado se debe zarandear para tener más limpios los granos.

2.2.4. Asociaciones de Cultivos

Martínez (1997), Indica que en la historia de la agricultura, la práctica de cultivos asociados es tan antigua como la agricultura misma. Así por ejemplo las culturas pre colombinas del continente americano practicaban este sistema y sentaron las bases de la forma de realización que aun se preserva en diferentes zonas del centro y sur América.

Durante el desarrollo de la tecnología moderna de la agricultura, las investigaciones se orientaron hacia la generación tecnológica d monocultivos, desestimando los cultivos asociados a pesar que los agricultores del trópico y subtropical han practicado estos sistemas durante siglos para la producción de sus alimentos. En años reciente se ha reconocido su importancia orientándose las investigaciones hacia un buen entendimiento de un proceso, favoreciendo de esta manera el mejoramiento de la tecnología existente y de las condiciones generales del agricultor.).

Martínez (1997), define que los cultivos asociados son un sistema donde dos o más especies cultivadas son sembradas con proximidad del espacio necesario que los lleva a competir interespecíficamente por un recurso limitado o potencialmente limitado.

Esta competencia entre las especies del sistema, da como resultado una disminución en el rendimiento de la especie individual cuando está asociado, que cuando se practica, monocultivo. Este bajo rendimiento de cada uno de los componentes es el resultado de la interacción interespecífica de los cultivos involucrados. La comprensión igual entendimiento de la interacción de las especies permite obtener información básica de los cultivos asociados que posibilita definir mejor sistema de

cultivos. Entre los cultivos asociados clásicos y de mayor importancia tenemos el de cereal - leguminosa.

2.2.4.1 Cultivo asociado cereal - leguminosa

Martínez (1997), dice que la asociación de cultivos constituye una tradición muy antigua que ha sido la base del desarrollo de ciertas civilizaciones, principalmente en Latinoamérica. Asimismo, manifiesta que las **ventajas de estas prácticas son múltiples**:

- ✓ Complementariedad de los cereales y de la leguminosa desde el punto de vista de la calidad de vida en lo concerniente, no solo al equilibrio lucido-proteína sino también a la proporcionalidad de los aminoácidos esenciales.
- ✓ Mejor estabilidad de rendimiento a lo largo de distintas estaciones.
- ✓ Reducción de numero de deshierbo, seguido de una mejor compatibilidad por el espacio.
- ✓ Mejor explotación de los recursos del suelo, las exigencias en cuanto a los elementos nutritivos de los cereales y leguminosas no son idénticas y su raíces no explotan los mismos horizontes del suelo.
- ✓ Una cobertura más densa del suelo evita los efectos de la erosión
- ✓ Los epifitias se expanden menos rápido que un cultivo puro.
- ✓ Provisto que nodulen bien las leguminosas no compiten los cereales por el nitrógeno más aun son capaces de excretar nitrógeno asimilable que sería disponible para cereales.
- ✓ El cereal provee de soporte o tutor a las formas volubles de la leguminosa.

La performance de un cultivo asociado dependerá de numerosos parámetros, principalmente de:

- La compatibilidad de las especies o formas asociadas.
- El genotipo de los componentes, su agresividad respectiva.
- La proporción d los componentes.
- Su arreglo espacial.
- Sus épocas de siembra

2.2.4.2 La asociación de cultivos y la agricultura tradicional

Turrent (2006), indica que la por la apertura comercial del maíz en el TLC desde el 2008 se requiere estar preparados para competir en el libre mercado. De ésta manera, mientras que por un lado se espera que las políticas macroeconómicas, principalmente del país, pongan en marcha estrategias para competir bajo este libre mercado, buscando al mismo tiempo el autobasto de manera sostenible, con sistemas de producción tecnificados o semi intensivos; por otra parte, es necesario revalorar y fomentar los sistemas de cultivo tradicional que han demostrado hasta ahora, sobrevivir en el tiempo como alternativa que beneficia a millones de familia mexicanas localizadas lejos de los núcleos urbanos, si bien no para cubrir el déficit de demanda del grano en el país, si entre otra razones, por su contribución en la conservación del germoplasma en estos lugares con agricultura de subsistencia, ante la amenaza de material transgénico.

2.2.4.3 Conceptos y definiciones en las asociaciones de cultivo

Martínez (1997), define los siguientes términos así:

- ✓ **Cultivos asociados (intercropping)**. Es el crecimiento de dos o más cultivos de manera simultánea libre el mismo terreno durante un ciclo o en el transcurso de un año. De esta forma el manejo de la intensificación el uso del terreno es en espacio y tiempo. De ahí derivan los siguientes conceptos:

- ✓ **Cultivos en mezcla (mixedcropping).** Es cuando dos o más cultivos crecen de forma simultánea en un terreno donde no se establecen surcos.
- ✓ **Cultivos asociados en surco (rowintercropping).** Se da cuando dos o más cultivos crecen de forma simultánea y mínimo un cultivo se establece en surcos.
- ✓ **Cultivos asociados en franjas (stripcropping).** Es cuando dos o más cultivos crecen en diferentes franjas lo suficientemente amplias permitiendo que cada cultivo se desarrolle independientemente angostas para que exista una interacción agronómica entre los cultivos.

2.2.4.4 Relación de competencia en los cultivos asociados

Willey (1979); describe las relaciones de competencia interespecifica e intraespecifica en las asociaciones de cultivos, se han desarrollado diversos modelos para los cuales se distinguen tres categorías de competencia entre dos especies en asociación.

- ❖ **Inhibición mutua.** Se da cuando los rendimientos obtenidos por ambos cultivos son menores a los esperados, pero este caso se presenta raras veces.
- ❖ **Cooperación mutua.** Se da cuando cada cultivo produce más cuando son sembrados juntos que en forma separada. Esto se puede presentar en los casos con bajos niveles de tecnología y cuando las densidades de siembra son relativamente bajas o subóptimas
- ❖ **Compensación.** Esta es la relación de competencia más común y se presenta cuando un cultivo produce más y el otro menos de lo esperado (en base a las proporciones relativas en la asociación).

2.3 Hipótesis

Se propusieron las siguientes hipótesis:

Hi: La asociación de los cultivos de aguaymanto y tarwi provoca mejores respuestas en sus factores productivos y en la mejor eficiencia de uso del suelo.

Ho: La asociación de cultivos de aguaymanto y tarwi no provoca mejores respuestas en sus factores productivos y en la mejor eficiencia de uso del suelo.

2.4 Palabras clave

2.4.1 Uso equivalente de la tierra.

Forma de evaluar la eficiencia de los cultivos en asociación respecto de sus monocultivos.

2.4.2 Cultivos Asociados.

Práctica agronómica que consiste en la combinación de dos o más especies de plantas en el mismo espacio de suelo o terreno.

2.4.3 Tarwi.

Es un cultivo originario de los andes, cual prospera en diferentes tipos de suelos, mejora el suelo para otros cultivos y es rico en proteínas y grasas.

2.4.4 Aguaymanto.

El cultivo de aguaymanto o capulí andino es un frutal pequeño, fruto nutritivo preferido en la época Incaica por su fragancia y con una aroma penetrante y de color amarillo dorado y con gran potencial alimenticio.

2.5. Variables de estudio

2.5.1 Variable Independiente (Causa)

- Sistemas de cultivo de aguaymanto y tarwi (asociado – monocultivo)

2.5.2 Variables Dependientes (Efecto)

- Factores productivos
- Eficiencia de uso del suelo

2.5.3 Definición Operativa de Variables e indicadores

CUADRO 01: Operacionalización de variables de estudio.

Variables	Dimensión	Indicadores	Sub indicadores
Variables independientes ❖ Sistemas de cultivo asociado de aguaymanto y tarwi		❖ Rendimiento por unidad de área	Numero de frutos y vainas / planta Peso Rendimiento Rentabilidad económica de tarwi y aguaymanto

Variables dependientes ❖ Eficiencia de uso del suelo ❖ Factor productivo	❖ Uso equivalente de la tierra. ❖ Nivel de producción de los cultivos de aguaymanto y tarwi	❖ Coeficiente UET ❖ Rendimiento	Expresión matemática de la (UET) Kg / Ha
---	--	--	---

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio

El estudio se realizó en los terrenos del Centro de Investigación y Producción de la Escuela Académico Profesional, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Huancavelica durante los años 2012 y 2013.

a) Ubicación política

Región : Huancavelica

Provincia : Acobamba

Distrito : Acobamba

Lugar : Centro de Investigación y Experimentación Común

Era de la Universidad Nacional de Huancavelica

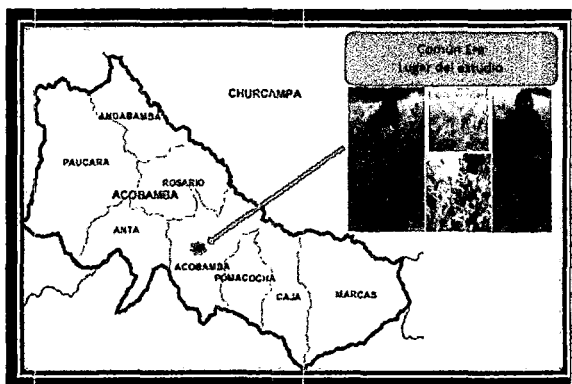


IMAGEN 06: Ubicación del trabajo de investigación.

a) Ubicación geográfica

Longitud Oeste : 74° 16' y 75° 47' del Meridiano de Greenwich

Latitud Sur : 12°49' 27"

Altitud : 3 436 m. s. n. m

Fuente: SENAMHI Acobamba – 2012.

b) Factores Climáticos

Temperatura Promedio anual : 12° C

Humedad relativa anual : 60 %

Precipitación promedio anual : 750mm

Fuente: SENAMHI Acobamba – 2012

3.2. Tipo de Investigación

De acuerdo a lo establecido por Hernández – 2010, trabajo de investigación corresponde al tipo de investigación explicativo, porque va más allá de la descripción de conceptos y fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos, la presente busca responder a las causas de eventos. Asimismo porque los resultados permiten explicar por qué ocurren los fenómenos. Aunque de hecho impliquen los propósitos de exploración, descripción y correlación, es decir busca proporcionar un sentido de entendimiento del fenómeno, en este caso sobre el uso equivalente de la tierra, componentes de rendimiento y análisis económico de los cultivos de tarwi y aguaymanto conducidos en sistemas de cultivos asociados y en monocultivo.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es aplicada, puesto que se ampliaron conocimientos comprobados experimentalmente sobre el comportamiento de los cultivos de tarwi y aguaymanto en sistemas asociado y monocultivo.

3.4. Método de investigación

El trabajo de investigación se desarrolló en el marco del método científico, se utilizaron un conjunto de reglas que señalaron el procedimiento para llevar a cabo la investigación que ponen a prueba las hipótesis, según lo definido por Bunge (1996), asimismo, porque los resultados obtenidos son producto de procesos reales ocurridos y medidos en el campo experimental, reflejan una realidad, lejos del plano subjetivo.

3.5. Diseño de Investigación

La estrategia definida para responder las preguntas de investigación del presente trabajo y la naturaleza de las variables, se utilizó el diseño de investigación experimental, porque se manipularon deliberadamente las variables independientes (supuestas causas) para analizar las consecuencias de esa manipulación sobre las variables dependientes (supuestos efectos), en función a los objetivos de la investigación.

Para tal efecto del experimento se hizo uso del diseño experimental de Bloques Completamente Randomizado.

Modelo estadístico lineal del diseño de bloques completamente randomizado:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta observada o media en el i -ésimo tratamiento y el j -ésimo bloque

U = Media general de la variable de respuesta

B_j = El verdadero efecto del j -ésimo de bloque

T_i = El verdadero efecto del i -ésimo tratamiento

E = El verdadero efecto de error asociado a la ij -ésima unidad experimental.

CUADRO 02: Características del Experimento

EXPERIMENTO	UNIDAD
N° de tratamientos	7
N° de bloques	4
N° unidad experimental	28
N° surcos por unidad exp.	5
Longitud de surco	5.0 m
Ancho de surco	1.0 m
N° Plantas por surco	10
Area de unidad experimental	50 m ²
Area de bloque	350 m ²
Area neta de experimentación	1400 m ²

Tratamientos del estudio

CUADRO 03: Tratamientos de estudio

Nº	TRATAMIENTO	CLAVE
1	Monocultivo Tarwi (siembra en oportunidad 1)	T1
2	Asociación Tarwi (siembra en oportunidad 1) + Aguaymanto (siembra en oportunidad 2)	T2
3	Asociación Tarwi (siembra en oportunidad 1) + Aguaymanto (siembra en oportunidad 1)	T3
4	Asociación Tarwi (siembra en oportunidad 2) + Aguaymanto (siembra en oportunidad 1)	T4
5	Monocultivo Aguaymanto (siembra en oportunidad 1)	T5
6	Monocultivo Aguaymanto (siembra en oportunidad 2)	T6
7	Monocultivo Tarwi (siembra en oportunidad 2)	T7

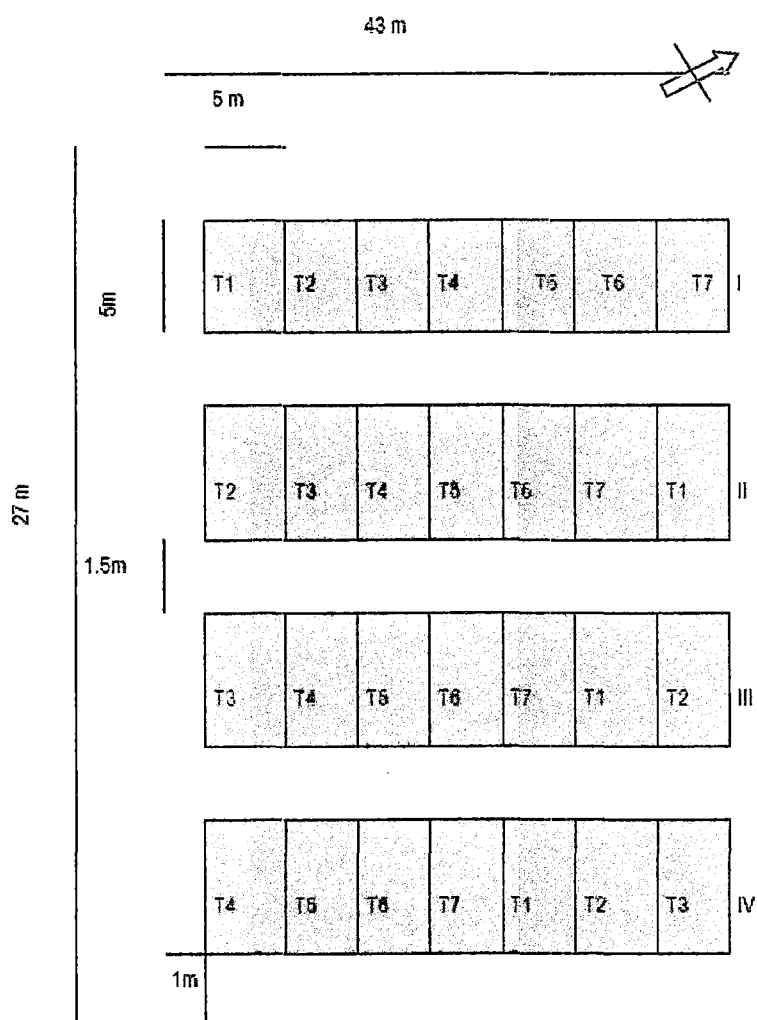
La distribución de los tratamientos de estudio se realizó, previa determinación de las medidas del área de experimento

Variedades del material vegetal: El estudio se realizó con semillas no certificadas, es decir con semillas comunes tal cual acostumbran utilizar los agricultores para el caso de estos dos cultivos; estas fueron:

Tarwi : Variedad Huancayo

Aguaymanto : Variedad Colombiana

IMAGEN 07: Croquis de distribución de los tratamientos.



Procedimiento de instalación del trabajo de investigación

Se realizó de la siguiente manera:

- La elección del terreno estuvo basado en la seguridad que se requería tener para la investigación (evitar daños del ajeno) por ello se eligió un área disponible dentro del centro de investigación y producción Común Era.
- Se tomaron muestras de suelo para realizar el análisis físico – químico a fin de conocer las características edafológicas del mismo.
- La preparación del terreno se realizó con tractor, consistió en roturar el suelo, el desterronado fue en forma manual.
- La siembra del tarwi fue directo mientras que el aguaymanto fue instalado con siembra indirecta, se trasplantaron plantas almacenadas previamente, con un tamaño aproximado de 15 cm. El tarwi se sembró a 60,000 plantas/hectárea y el aguaymanto a 10,000 plantas/ hectárea; estas densidades fueron tanto para monocultivo como para asociado.
- Los factores de estudio fueron oportunidades de siembra en sistema de cultivo asociado y monocultivo en tiempos diferentes: oportunidad 1 de siembra y oportunidad 2 de siembra, después de 20 días de la primera.
- No se hizo ninguna aplicación de fertilizantes sintéticos (inorgánicos) debido a que los agricultores normalmente no utilizan este tipo de abono para estos cultivos, pero se utilizó estiércol de vacuno como abono orgánico a razón de 2 t/ha y humus de lombriz. Asimismo se hizo dos aplicaciones de un abono foliar 30-20-10, a los 30 días después de la siembra – trasplante y al inicio de la floración de los cultivos.
- No se utilizaron tutores para el cultivo de aguaymanto porque la variedad colombiana tiene un crecimiento del tipo semierecto.
- El control de malezas se realizó en forma manual.

- En los primeros estadios de crecimiento ambos cultivos fueron afectados por la plaga: *Epitrix* sp por el cual se adoptó como medida de control la aplicación de un producto químico Metamidofos al área foliar de los cultivos.
- La cosecha se realizó en función al periodo vegetativo de cada especie, para el aguaymanto en forma escalonada, de acuerdo a la madurez de los frutos y el tarwi a su madurez total en un solo momento. En ambos casos las muestras de cosecha y datos de las variables de estudio se tomaron de los tres surcos centrales de cada tratamiento.

3.6. Población, Muestra, Muestreo

3.6.1. Población.

La población de estudio estuvo conformada por todas las plantas de los cultivos de aguaymanto y tarwi tanto los sembrados en monocultivo y asociado en el área experimental, estas fueron: 2520 (2100 plantas de tarwi y 420 plantas de aguaymanto).

3.6.2. Muestra.

El tamaño de muestra para cada variable de estudio fue 6 plantas/unidad experimental, las mismas que fueron elegidas de entre los tres surcos medios de cada unidad experimental.

3.6.3. Muestreo

Fue el probabilístico selectivo, es decir que todas las plantas de los tres surcos medios de cada unidad experimental tenían la misma posibilidad de ser elegido. La elección de la planta a ser medida fue a través de balotas numeradas según el número de plantas, de las que se eligieron al azar las plantas a ser medidas los valores de las variables de estudio.

Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

Los datos se registraron en función a las variables de estudio en los momentos oportunos según el desarrollo fenológico del cultivo.

La Técnica utilizada: fue la observación estructurada, es decir que los aspectos a ser observados fueron preestablecidas en función a las variables de estudio.

Las herramientas utilizadas para el registro de la información fueron:

Cuadros de trabajo pre establecidos

Matrices pre establecidos

Registro de imágenes fotográficas

3.8 Procedimiento de Recolección de Datos

Se siguió el siguiente procedimiento:

- Se elaboró un plan de recopilación de datos del campo de experimentación, en el cual plasmó las variables medirse y los momentos, para ambos cultivos.
- La forma de elección de las plantas a ser medidas estuvo basado en un sistema de balotas, el cual consistía en numerar (representación numérica) las plantas en cada balota, doblarlas y luego se procedió a elegir al azar las balotas según el número de plantas definidas para cada variable a medirse.
- Se identificaron y señalaron las plantas a ser evaluadas en cada unidad experimental, luego se procedió a realizar las mediciones correspondientes para cada variable, los datos fueron registrados en los cuadros y matrices pre establecidas para cada caso.
- Se registraron datos para el análisis de componentes de rendimiento de los cultivos, intensidad de uso de la tierra y el análisis económico.
- Se procedió con la tabulación de los datos para posteriormente ser procesadas y analizadas a nivel de gabinete.

3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Los datos tabulados fueron procesados estadísticamente mediante la aplicación del Análisis de Varianza y la prueba estadística de TUKEY para cada variable de estudio.

CUADRO 04: Análisis de varianza para BCR

F de V	GL	SC	CM	FC	F T CRITICO		SIG
					al 5%	al 1%	
Bloque							
Tratamiento							
Error							
TOTAL							

Asimismo el uso equivalente de la tierra (UET) se realizó aplicando la siguiente fórmula:

$$UET = \sum_{i=1}^n (Yia/Yim)$$

Donde:

Yia = rendimiento del i-esimo cultivo en asocio

Yim = rendimientos del i-esimo cultivo en monocultivo

n = numero total de cultivos en asocio

a = tarwi

m = aguaymanto

Para el análisis económico se procedió a determinar la utilidad neta de los cultivos, la cual resulta de restar los costos de producción del valor de los ingresos generados por la venta de la cosecha. Para calcular el valor de la cosecha se estimó, en agosto 2013, el precio en chacra de ambos productos: tarwi S/. 4.00 y para el aguaymanto S/. 3.50 nuevos soles.

Los resultados fueron discutidos y se presentan en cuadros y gráficos para un mejor entendimiento.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En seguida se presenta los resultados obtenidos producto del estudio, ordenado de acuerdo a los objetivos planteados:

4.1.1. RESULTADOS GENERALES DE FACTORES PRODUCTIVOS DEL TARWI Y AGUAYMANTO

El cuadro 05 presenta el rendimiento de grano seco en kg/ha, junto a otras características del tarwi, así como el rendimiento de frutos de aguaymanto conducidos en sistemas de monocultivo y asociado.

Los mayores rendimientos de tarwi se obtuvieron con los monocultivos sembrados en oportunidad 1 y 2 con 3174.75 y 3042.75 kg/ha, respectivamente encontrándose diferencias no significativas entre ellos y el menor rendimiento se obtuvo cuando el tarwi es sembrado en oportunidad 2, es decir 20 días después que el aguaymanto con 1438 kg/ha.

Para el caso del aguaymanto se observa que también los sembrados en monocultivo en oportunidad 1 y 2 presentan los mayores rendimientos de frutos con 10678.00 y 10099.75 kg/ha ambos resultados presentan diferencias no significativas estadísticamente, mientras que la asociación tarwi y aguaymanto sembrado en oportunidad 2 con 2556.38 kg/ha.

Los rendimientos productivos para ambos cultivos resultaron ser mayores cuando son sembrados en monocultivo, asimismo se observa que las alturas de las plantas fueron mayores en las siembras en monocultivo, y las menores se presentaron en las siembras en asociación.

CUADRO 05: Resultados promedios de las características evaluadas en el Tarwi y Aguaymanto bajo el sistema asociado y monocultivo

TRATAMIENTO	TRATAMIENTO	TARWI				AGUAYMANTO			
		Rdto grano kg/ha	N° vainas/planta	Peso de 100 semillas (gr)	Altura planta cm	Rdto. Frutos Kg/ha	N° frutos/planta	Peso de 10 frutos (gr)	Altura de planta cm
T1	Monocultivo de Tarwi en siembra 1	3174.75	50.75	27.13	65.29				
T2	Asociación Tarwi en siembra 1- Aguaymanto en siembra 2	1526.81	48.00	26.25	62.61	2556.38	100.25	51.00	66.53
T3	Asociación Tarwi en siembra 1 - Aguaymanto en siembra 1	1519.13	49.00	26.60	64.67	3182.75	109.75	58.00	68.43
T4	Asociación Aguaymanto en siembra 1 - Tarwi en siembra 2	1438.00	47.00	26.88	66.29	3206.50	121.00	53.00	70.24
T5	Monocultivo de Aguaymanto en siembra 1					10678.00	140.5	76.00	73.35
T6	Monocultivo Aguaymanto en siembra 2					10099.75	142.25	71.00	71.73
T7	Monocultivo de tarwi en siembra 2	3042.75	49.50	27.23	68.17				

4.1.2. RESULTADOS DE FACTORES PRODUCTIVOS DEL CULTIVO DEL TARWI

A) ALTURA DE PLANTA

CUADRO 06: ANALISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTA

F de V	GL	SC	CM	FC	F T CRITICO		SIG
					al 5%	al 1%	
Bloque	3	1826.07	608.69	70.41	3.49	5.95	**
Tratamiento	4	66.99	16.75	1.94	3.26	5.41	ns
Error	12	103.74	8.65				
TOTAL	19	1996.80					

S = 2.94

X = 65.41 cm C.V. = 4.50 %

En el **Cuadro 06**, del análisis de varianza para la altura de planta se observa que en la fuente de los bloques existe alta significación estadística mientras que en la fuente de tratamientos no se encontró diferencias estadísticas significativas. La altura promedio de las plantas es de 65.41 cm y el coeficiente de variabilidad de 4.50 %, según Osorio (2000) es calificado como muy bajo, el cual indica que el material experimental tuvo una respuesta muy homogénea para ésta variable.

CUADRO 07: PRUEBA DE SIGNIFICACION DE TUKEY PARA ALTURA DE PLANTA

ORDEN	TRATAMIENTO	CLAVE	DATOS ORIGINALES	SIGNIFICACION
1	T7	T2	68.17	a
2	T4	A1T2	66.29	a
3	T1	T1	65.29	a
4	T3	A1T1	64.67	a
5	T2	T1A2	62.62	a

El **cuadro 07**, muestra la prueba de significación de Tukey de comparación de promedios de altura de planta del tarwi de los tratamientos se observa que él, monocultivo de tarwi sembrado en oportunidad 2, presenta la mayor altura de planta con 68.17 cm y la asociación tarwi sembrado en oportunidad 1 y aguaymanto en oportunidad 2, la menor altura con 62.62 cm,

presentando una diferencia numérica de 5.55 cm. Asimismo se observa que los promedios de altura de planta de los tratamientos no presentan significación estadística entre ellos.

B) NUMERO DE VAINAS POR PLANTA

**CUADRO 08: ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE VAINAS POR PLANTA
(VAINAS/PLANTA)**

F de V	GL	SC	CM	FC	F T CRITICO		SIG
					al 5%	al 1%	
Bloque	3	202.2	67.38	12.71	3.49	5.95	**
Tratamiento	4	32.8	8.20	1.55	3.26	5.41	ns
Error	12	63.6	5.30				
TOTAL	19	298.6					

S = 2.30

X = 48.85 vainas/planta

C.V. = 4.71 %

En el **cuadro 08**, se observa que en la fuente de los bloques existe alta significación estadística mientras que en la fuente de tratamientos no se encontró diferencias estadísticas significativas. En número promedio de vainas por planta es de 48.85 y el coeficiente de variabilidad de 4.71 %, según la escala de calificación reportado por Osorio (2000) es calificado como muy bajo, la cual indica que el material experimental tuvo una respuesta muy homogénea para ésta variable.

CUADRO 09: PRUEBA DE SIGNIFICACION DE TUKEY PARA NUMERO DE VAINAS POR PLANTA.

ORDEN	TRATAMIENTO	CLAVE	DATOS ORIGINALES	SIGNIFICACION
1	T1	T1	50.75	a
2	T7	T2	49.5	a
3	T3	A1T1	49	a
4	T2	T1A2	48	a
5	T4	A1T2	47	a

El **cuadro 09**, muestra la prueba de significación de Tukey de comparación de promedios para el número de vainas por planta de los tratamientos, se observa que el monocultivo de tarwi sembrado en oportunidad 1, presenta la mayor producción promedio de vainas por planta con 50.75 vainas y la asociación tarwi sembrado en oportunidad 1 y aguaymanto en oportunidad 2, el menor número con 47.00 vainas por planta, presentando una diferencia numérica de 3.75. Asimismo se observa que los promedios de número de vainas por planta de los tratamientos no presentan significación estadística entre ellos.

C) RENDIMIENTO DE GRANO SECO POR HECTAREA

CUADRO 10: ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE GRANO SECO DE TARWI EN KG/HA.

F de V	GL	SC	CM	FC	F T CRITICO		SIG
					al 5%	al 1%	
Bloque	3	160940.25	53646.75	4.38	3.49	5.95	*
Tratamiento	4	12558058.14	3139514.54	256.47	3.26	5.41	**
Error	12	146897.16	12241.43				
TOTAL	19	12865895.55					

S = 110.64

X = 2140.35 kg /ha

C.V. = 5.17 %

En el **cuadro 10**, del análisis de varianza para el rendimiento de grano seco de tarwi se observa que en la fuente de los bloques existe significación estadística mientras que en la fuente de tratamientos se encontró alta significación estadísticas. El rendimiento promedio alcanzó el valor de 2140.35 kg/ha, el coeficiente de variabilidad de 5.17 %, según la escala de calificación reportado por Osorio (2000) es calificado como muy bajo, la cual indica que el material experimental tuvo una respuesta muy homogénea en el campo, para ésta variable.

CUADRO 11: PRUEBA DE SIGNIFICACION DE TUKEY PARA RENDIMIENTO DE GRANO SECO DE TARWI EN KG/HA.

ORDEN	TRATAMIENTO	CLAVE	DATOS ORIGINALES	SIGNIFICACION
1	T1	T1	3174.75	a
2	T7	T2	3042.75	a
3	T2	T1A2	1526.81	b
4	T3	A1T1	1519.13	b
5	T4	A1T2	1438.31	b

El **cuadro 11**, muestra la prueba de significación de Tukey de la comparación de los promedios para el rendimiento de grano seco de tarwi, se observa que los monocultivos de tarwi sembrado en oportunidad 1 y 2, ocupan los primeros lugares en el orden de mérito con la mayor producción promedio con 3174.75 y 3042.75 kg/ha respectivamente, y no presentan significación estadística entre ellos, mientras que las asociaciones de tarwi sembrado en oportunidad 1, 2 y aguaymanto en oportunidad 1, 2, presentan los menores rendimientos, siendo la asociación de tarwi sembrado en oportunidad 2 y aguaymanto en oportunidad 1, la que produjo el menor rendimiento de grano seco con apenas 1438.31 kg/ha. Asimismo se observa que los rendimientos promedios de los monocultivos difieren estadísticamente de los obtenidos en asociación, también se observa que los rendimientos promedio al interior de cada sistema de cultivo no presentan diferencia estadística.

4.1.3. RESULTADOS DE FACTORES PRODUCTIVOS DEL CULTIVO DE AGUAYMANTO

A) ALTURA DE PLANTA

CUADRO 12: ANALISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTA (CM)

F de V	GL	SC	CM	FC	F T CRITICO		SIG
					al 5%	al 1%	
Bloque	3	3539.03	1179.68	43.83	3.49	5.95	**
Tratamiento	4	115.20	28.80	1.07	3.26	5.41	NS
Error	12	322.97	26.91				
TOTAL	19	3977.19					

S = 5.19

X = 70.05 cm C.V. = 7.41 %

45

En el **cuadro 12**, del análisis de varianza para la altura de planta de aguaymanto se observa que en la fuente de los bloques existe alta significación estadística mientras que en la fuente de tratamientos no se encontró significación estadística. La altura promedio de planta alcanzó el valor de 70.05 cm, el coeficiente de variabilidad de 7.41 %, según la escala de calificación propuesto por Osorio (2000) es calificado como muy bajo, la cual indica que el material experimental tuvo una respuesta muy homogénea en el campo, para ésta variable.

**CUADRO 13: PRUEBA DE SIGNIFICACION DE TUKEY PARA LA ALTURA DE PLANTA
EN CM.**

ORDEN	TRATAMIENTO	CLAVE	DATOS ORGINALES	SIGNIFICACION
1	T5	A1	73.35	a
2	T6	A2	71.73	a
3	T4	A1T2	70.24	a
4	T3	A1T1	68.43	a
5	T2	A2T1	66.53	a

El **cuadro 13**, muestra la prueba de significación de Tukey de comparación de promedios para la altura de planta de los tratamientos, se observa que el monocultivo de aguaymanto sembrado en oportunidad 1, presenta el mayor promedio con 73.35 cm y la asociación aguaymanto sembrado en oportunidad 2 y tarwi en oportunidad 1, la menor altura con 66.53 cm, presentando una diferencia numérica de 6.82 cm. Asimismo se observa que los promedios de altura de planta de los tratamientos en estudio no presentan significación estadística entre ellos.

B) NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA

**CUADRO 14: ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA
(FRUTOS/PLANTA)**

F de V	GL	SC	CM	FC	F T CRITICO		SIG
					al 5%	al 1%	
Bloque	3	3726.15	1242.05	8.29	3.49	5.95	**
Tratamiento	4	5494.50	1373.63	9.17	3.26	5.41	**
Error	12	1797.10	149.76				
TOTAL	19	11017.75					

S = 12.24 X = 122.75 frutos C.V. = 9.97 %

En el **cuadro 14**, se observa que en la fuente de los bloques y tratamientos presentan alta significación estadística. El número promedio de frutos por planta es de 122.75 frutos, el coeficiente de variabilidad de 9.97 %, según la escala de calificación propuesto por Osorio (2000) es calificado como muy bajo.

CUADRO 15: PRUEBA DE SIGNIFICACION DE TUKEY PARA EL NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

ORDEN	TRATAMIENTO	CLAVE	DATOS ORIGINALES	SIGNIFICACION
1	T6	A2	142.25	a
2	T5	A1	140.5	a
3	T4	A1T2	121	a b
4	T3	A1T1	109.75	b
5	T2	A2T1	100.25	b

El **cuadro 15**, muestra la prueba de significación de Tukey de comparación de promedios para el número de frutos por planta, se observa que el monocultivo de aguaymanto sembrado en oportunidad 2, ocupa el primer lugar con el promedio de 142.25 frutos por planta y la asociación aguaymanto sembrado en oportunidad 2 y tarwi en oportunidad 1, el menor número con 100.25 frutos, presentando una diferencia numérica de 42 frutos con el primero. Asimismo se observa que el promedio de frutos de los monocultivos presenta diferencia estadística con los promedios de los tratamientos de los cultivos asociados.

A) PESO FRUTOS POR PLANTA

CUADRO 16: ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO DE FRUTOS POR PLANTA (G/PLANTA)

F de V	GL	SC	CM	FC	FT CRITICO		SIG
					al 5%	al 1%	
Bloque	3	139003.47	46334.49	8.31	3.49	5.95	**
Tratamiento	4	990107.75	247526.94	44.40	3.26	5.41	**
Error	12	66903.40	5575.28				
TOTAL	19	1196014.61					

S = 74.67 X = 773.38 g C.V. = 9.66 %

En el **cuadro 16**, se observa que en la fuente de los bloques y tratamientos presentan alta significación estadística. El peso promedio de frutos por planta es de 773.38 gramos, el coeficiente de variabilidad de 9.66 %, según la escala de calificación propuesto por Osorio (2000), es calificado como muy bajo.

CUADRO 17: PRUEBA DE SIGNIFICACION DE TUKEY PARA RENDIMIENTO DE FRUTOS POR PLANTA

ORDEN	TRATAMIENTO	CLAVE	DATOS ORIGINALES	SIGNIFICACION
1	T5	A1	1067.8	a
2	T6	A2	1009.98	a
3	T4	A1T2	641.3	b
4	T3	A1T1	636.55	b
5	T2	A2T1	511.28	b

El **cuadro 17**, muestra la prueba de significación de Tukey de comparación de promedios para el peso de frutos por planta, se observa que el monocultivo de aguaymanto sembrado en oportunidad 1, ocupa el primer lugar con el promedio de 1067.80 gramos por planta y la asociación aguaymanto sembrado en oportunidad 2 y tarwi en oportunidad 1, presenta el menor peso de frutos por planta con 511.28 frutos, presentando una diferencia numérica de 556.52 gramos respecto del primero. Asimismo se observa que el promedio de frutos de los monocultivos presenta diferencia estadística con los promedios de los tratamientos de los cultivos asociados.

C) RENDIMIENTO DE FRUTOS POR HECTAREA

CUADRO 18: ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE FRUTOS POR HECTAREA (KG/HA).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT CRITICO		SIG
					al 5%	al 1%	
Bloque	3	7561000.24	2520333.41	5.28	3.49	5.95	*
Tratamiento	4	265101690.95	66275422.74	138.82	3.26	5.41	**
Error	12	5729169.95	477430.83				
TOTAL	19	278391861.14					

S = 690.96

X = 5944.68 Kg

C.V. = 11.62 %

En el **cuadro 18**, se observa que en la fuente de los bloques presenta significación estadística, mientras que los tratamientos presentan alta significación estadística. El rendimiento promedio de frutos es 5944kg, el coeficiente de variabilidad de 11.62 %, según la escala de calificación propuesto por Osorio (2000), es calificado como bajo.

La significación estadística entre bloques indica que los rendimientos obtenidos por los tratamientos dentro de cada bloque muestran variabilidad, por efecto del desnivel del terreno y la variación de la capa arable, superficial en la parte alta y profundo en la zona baja. Asimismo la alta significación estadística que presentan los tratamientos para la variable de rendimientos se debe al efecto del sistema de cultivo aplicado: monocultivo y asociación. La disminución de los rendimientos se explica por la posible competencia de nutriente, agua e iluminación que afecto el proceso fotosintético de las plantas.

CUADRO 19: PRUEBA DE SIGNIFICACION DE TUKEY PARA RENDIMIENTO DE FRUTOS POR HECTAREA

ORDEN	TRATAMIENTO	CLAVE	DATOS ORIGINALES	SIGNIFICACION
1	T5	A1	10678.00	a
2	T6	A2	10099.75	a
3	T4	A1T2	3206.50	b
4	T3	A1T1	3182.75	b
5	T2	A2T1	2556.38	b

El **cuadro 19**, muestra la prueba de significación de Tukey de comparación de promedios para el rendimiento de frutos por hectárea, se observa que el monocultivo de aguaymanto sembrado en oportunidad 1, ocupa el primer lugar con el promedio de 10678.00 kg/ha y la asociación aguaymanto sembrado en oportunidad 2 y tarwi en oportunidad 1, presenta el menor rendimiento de frutos con 2556.38 kg/ha. Asimismo se observa que el promedio de frutos de los monocultivos presenta diferencia estadística con los promedios de los tratamientos de los cultivos asociados.

4.1.4. RESULTADOS DEL USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA

Mediante el uso equivalente de la tierra (UET) se mide la productividad del sistema asociado, es decir la relación que existe entre el área que se necesita sembrar con monocultivo y el área cubierta con cultivo asociado para dar igual cantidad de producto, bajo el mismo nivel de manejo.

En el **cuadro 20**, se observa que los valores alcanzados por la asociación de los cultivos varían de 0.73 a 0.78, ninguna asociación supera a la productividad de los monocultivos, tanto para el tarwi como para el aguaymanto; es decir que las cosechas logradas con un sistema asociado no se alcanzan a las cosechadas en monocultivo. Los resultados indican que no es conveniente sembrar estos cultivos en asociación, porque se obtiene como cosechas de 23 a 27% menos de los que podría lograrse sembrando en monocultivo. Estos resultados también indican que la asociación del tarwi y aguaymanto no permiten tener buena eficiencia de uso del suelo. Se necesita sembrar entre 1.23 y

1.28 has de terreno con cultivo asociado para tener una cosecha equivalente de cualquiera de estos cultivos sembrados en una hectárea en monocultivo.

CUADRO 20: USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA SEGÚN RENDIMIENTOS DEL TARWI Y AGUAYMANTO

	TRATAMIENTOS	RDTO PROMEDIO DE TARWI	RDTO PROMEDIO DE AGUAYMANTO	UET SEGÚN RDTO
1	Monocultivo de Tarwi en siembra 1	3174.75		1.00
2	Asociación Tarwi en siembra 1- Aguaymanto en siembra 2	1526.81	2556.38	0.73
3	Asociación Tarwi en siembra 1 - Aguaymanto en siembra 1	1519.13	3182.75	0.78
4	Asociación Aguaymanto en siembra 1 - Tarwi en siembra 2	1438.00	3206.50	0.77
5	Monocultivo de Aguaymanto en siembra 1		10678.00	1.00
6	Monocultivo Aguaymanto en siembra 2		10099.75	1.00
7	Monocultivo de tarwi en siembra 2	3042.75		1.00

En el **cuadro 21**, del uso equivalente de la tierra según la utilidad neta de los cultivos conducidos bajo los sistemas de cultivo en asociación y monocultivo, se observa que los valores alcanzados por la asociación de los cultivos varían de 0.63 a 0.70, ninguna asociación supera a la utilidad neta de los monocultivos, es decir que las utilidades netas logradas con un sistema de cultivo asociado no alcanzan a las utilidades netas de los monocultivos. Los resultados indican que no es conveniente sembrar estos cultivos en asociación, porque se obtiene como utilidad neta de 30 a 37% menos utilidad de los quepodría lograrse sembrando en monocultivo, es decir que económicamente se pierde con la siembra asociada. Estos resultados también indican que la asociación del tarwi y aguaymanto no permiten tener buena eficiencia de uso del suelo

**CUADRO 21: USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA SEGÚN UTILIDAD NETA DEL TARWI
Y AGUAYMANTO**

CLAVE	TRATAMIENTOS	UTILIDAD NETA DE TARWI	UTILIDAD NETA DEL AGUAYMANTO	UET SEGÚN UTILIDAD NETA
T1	Monocultivo de Tarwi en siembra 1	9255.81		1.00
T2	Asociación Tarwi en siembra 1 - Aguaymanto en siembra 2	4385.65	4061.04	0.63
T3	Asociación Tarwi en siembra 1 - Aguaymanto en siembra 1	4354.93	6253.33	0.70
T4	Asociación Aguaymanto en siembra 1 - Tarwi en siembra 2	4030.41	6336.46	0.69
T5	Monocultivo de Aguaymanto en siembra 1		27600.41	1.00
T6	Monocultivo Aguaymanto en siembra 2		25576.83	1.00
T7	Monocultivo de tarwi en siembra 2	8727.81		1.00

4.1.5. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ECONÓMICO

En el **Cuadro 22**, se observa que el indicador económico beneficio/costo para cada uno de los tratamientos es alto, explicándose esto por haberse sembrado un cultivo relativamente nuevo para Acobamba, como es el aguaymanto y el tarwi ampliamente adaptado a la zona, la variedades colombiana de aguaymanto se adaptó rápidamente a las condiciones ambientales de la zona de estudio, por los cuidados en el manejo y la rusticidad de los cultivos para tolerar y resistir plagas y enfermedades, los cuales influyeron en los rendimientos productivos alcanzados.

Otro factor influyente en los valores del beneficio/costo de los cultivos, son los costos que tienen en el mercado, que al mes de agosto 2013 tenían los siguientes precios en chacra: tarwi: S/. 4.00 por kg, y el aguaymanto S/. 3.50 nuevos soles por kg de frutos.

CUADRO 22: PRODUCTIVIDAD, COSTOS, VALOR BRUTO DE PRODUCCION Y RELACION BENEFICIO COSTO

CLAVE	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO K/Ha		COSTO PRODUCCION (S/./Ha)	COSTO ADM (S/.) 5%	COSTO TOTAL PRODUCCION (S/./Ha)	VALOR BRUTO DE PRODUCCION	BENEFICIO/ COSTO	UTILIDAD NETA (S/.)
		Tarwi	Aguaymanto						
T1	Monocultivo de Tarwi en siembra 1	3174.75		3279.23	163.96	3443.19	14000.00	4.07	10556.81
T2	Asociación Tarwi en siembra 1- Aguaymanto en siembra 2	1526.81	2556.38	6293.23	314.66	6607.89	25179.00	3.81	18571.11
T3	Asociación Tarwi en siembra 1 - Aguaymanto en siembra 1	1519.13	3182.75	6293.23	314.66	6607.89	25179.00	3.81	18571.11
T4	Asociación Aguaymanto en siembra 1 - Tarwi en siembra 2	1438.00	3206.50	6293.23	314.66	6607.89	25179.00	3.81	18571.11
T5	Monocultivo de Aguaymanto en siembra 1		10678.00	9307.23	465.36	9772.59	36358.00	3.72	26585.41
T6	Monocultivo Aguaymanto en siembra 2		10099.75	9307.23	465.36	9772.59	36358.00	3.72	26585.41
T7	Monocultivo de tarwi en siembra 2	3042.75		3279.23	163.96	3443.19	14000.00	4.07	10556.81

El cultivo de tarwi sembrado en monocultivo con oportunidades 1 y 2 alcanzaron los mayores valores de beneficio/ costo con 4.07, esto quiere decir que por cada nuevo sol invertido se logra una utilidad de 3.07 nuevos soles, vale mencionar que el tarwi sembrado en monocultivo genera alta rentabilidad, lo que indica la importancia económica que tiene el tarwi.

Asimismo el cultivo de aguaymanto sembrado en monocultivo presenta valores de alta rentabilidad: 3.72, es decir que por cada nuevo sol invertido se logra una utilidad de 2.72 nuevos soles.

La relación de beneficio costo de la asociación de los cultivos también son altos, muy a pesar que los valores de uso equivalente de la tierra son bajos y deficientes, alcanzaron el beneficio /costo de 3.81, el cual indica que pese a la diferencia significativa de los rendimientos la asociación de estos cultivos aun resultan rentables.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. FACTORES PRODUCTIVOS DEL TARWI Y AGUAYMANTO

Los resultados muestran que los monocultivos presentaron los mayores rendimientos respecto de los tratamientos conducidos en asociación. Estos resultados corroboran los hallados por Camarena et al (1996) y De la Cruz y Mantari (2004) quienes encontraron que los monocultivos fueron significativamente superiores a los sistemas asociados.

La disminución de los rendimientos en los sistemas de cultivo asociado tanto en tarwi como en el aguaymanto, se explica por la posible competencia por nutrientes y agua en la parte radical así como por la luz impidiendo una eficiente fotosíntesis de los cultivos, asimismo por la diferencia de tamaño de las plantas y el periodo vegetativo que tiene cada uno de ellas, las plantas de tarwi crecieron con mayor rapidez que los de aguaymanto, produciendo mayor efecto de sombra el cultivo.

4.2.2. FACTORES PRODUCTIVOS DEL CULTIVO DEL TARWI

Los factores productivos evaluados fueron la altura de planta, el número de vainas por planta y el rendimiento expresado en kg/ha. En el análisis de varianza de la altura de planta se observa que en la fuente de bloques existe alta significación estadística, esto se debe al efecto de la profundidad del suelo del terreno experimental, la cual fue en pendiente en la que la parte alta tenía la capa arable muy superficial y profundo en la parte baja, esto se reflejó en el tamaño de las plantas que también presentaron menor tamaño en la parte alta del terreno. La no significación estadística entre tratamientos nos indica que los tratamientos en estudio tuvieron comportamientos similares dentro de cada bloque. Resultados que no concuerdan con los reportados por Camarena et al (1996) y De la Cruz et al (2004) posiblemente por haberse conducido el experimento con sistemas de cultivo similar, en diferente condición de terreno y deferentes cultivos.

El resultado del análisis para el numero de vainas por planta indican un comportamiento similar del tarwi que lo ocurrido con respecto a la altura de planta, es decir que también se tuvo el efecto de la capa arable del terreno, un menor número de vainas en las plantas en la parte alta del terreno y mayor en la parte baja. Sin embargo el comportamiento de los tratamientos para esta variable fueron similares, además se puede deducir que el número de vainas por planta está relacionado directamente con la altura de planta, es decir a mayor altura de planta, mayor número de vainas por planta. Asimismo, los primeros lugares ocupan los monocultivos, aunque no existe diferencia estadística entre tratamiento.

En el análisis de varianza de rendimiento de grano seco de tarwi también se observa la variabilidad de comportamiento de los tratamientos en los bloques, por efecto del terreno, sin embargo el nivel de significación en la fuente de tratamientos es alto, debido a la variación del número de plantas existentes entre los tratamientos, es decir que se tuvo mayor número de plantas en el sistema de siembra de monocultivo en oportunidades de

siembra 1 y 2, mientras que en el sistema de cultivo asociado el número de plantas fue la mitad respecto al número existente en el sistema monocultivo.

4.2.3. RESULTADOS DE FACTORES PRODUCTIVOS DEL CULTIVO DE AGUAYMANTO

Los resultados del análisis de varianza para la altura de planta de aguaymanto indican alta significación entre bloques debido al efecto de la capa arable del terreno, y no significativo en la fuente de tratamientos, esto indica que todas las plantas de los tratamientos tuvieron comportamientos similares dentro de cada bloque para esta variable, debido a la característica morfológica y carácter intrínseco de la variedad de aguaymanto para responder a iguales condiciones ambientales. Explicación que es respaldada por la prueba de Tukey al hacer el análisis de los promedios, donde no presentan diferencia estadística significativa.

El aguaymanto presenta alta significación estadística en la fuente bloques para el número de frutos por planta, indicando que los tratamientos en estudio tuvieron comportamientos diferentes dentro de cada bloque, asimismo en la fuente variación de tratamiento la alta significación indica que las plantas respondieron de manera diferente, la explicación posible es que en el sistema de cultivo asociado ocurre competencia de las plantas por nutrientes, agua y luz, asimismo el efecto sombra ocasionado por el rápido crecimiento de tarwi, factores que afectaron en el proceso de formación y producción de los frutos. Es decir que también se produjo mayor efecto por competencia inter específica entre plantas en el sistema asociado que afectó la producción de los frutos. Asimismo se puede decir que las oportunidades de siembra influyeron mínimamente en la producción de frutos, no fue significativo estadísticamente, esta explicación se respalda en el análisis de prueba de comparación de promedios de Tukey.

En cuanto al rendimiento de frutos por hectárea existe alta variación estadística entre bloques y tratamientos, estos resultados se deben a que hubo variación de

comportamiento de las plantas de aguaymanto entre bloques, por efecto de la capa arable superficial de parte del terreno por ser de pendiente, mientras que en la fuentes tratamientos la alta significación se explica por la variación del número de plantas entre tratamientos entre los sistemas de cultivo asociado y monocultivo. Los mayores rendimientos se obtienen cuando se siembran en monocultivo en oportunidad 1 y 2 con 10678 y 10099.75 kg/ha respectivamente, no encontrándose diferencia significativas entre ellos, mientras que el sistema asociado con siembra en oportunidad 2 ocupó el último lugar, debido a la presencia del tarwi sembrado en oportunidad 1. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Camarena et al (1996) y De la Cruz et al (2004).

4.2.4. USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA

Los resultados indican que no es conveniente la asociación de los cultivos de aguaymanto y tarwi, debido a que generan un deficiente uso del suelo, tal como se puede observar en el cuadro 16, se requieren entre 22 y 27 % más de área de terreno para lograr cosechas como las que generan las siembras en monocultivo con oportunidades de siembra 1 y 2, los rendimientos del sistema de cultivo asociado para estos cultivos no alcanzan los rendimientos en monocultivo para ambos casos. La explicación radica en los efectos que se producen al asociarse estas especies vegetales, se produce competencia por nutrientes, agua, luz; además del efecto de la capa arable superficial de parte del terreno experimental, dando como consecuencia implícita sus efectos en los rendimientos de los cultivos. Estos resultados no concuerdan con las experiencias reportadas por Camarena (1996) y De la Cruz (2004) para sistemas de cultivo similares. Asimismo, como consecuencia lógica los resultados del uso equivalente de la tierra según rendimientos o productividad de los cultivos, producen similar comportamiento de la eficiencia de uso de la tierra según la utilidad neta, en la que se encontró para el sistema de asociación de cultivos

valores menores a la unidad; 0.63. 0.69 y 0.70 de UET respectivamente, esto indica que económicamente no es ventajoso la asociación de tarwi y aguaymanto, porque se estaría perdiendo entre 30 y 37 % de utilidad respecto a lo que obtendría sembrando en monocultivo.

4.2.5. ANÁLISIS ECONÓMICO

Los resultados del análisis económico reflejan que los cultivos de tarwi y aguaymanto generan alta relación de beneficio / costo, ya sea conducido bajo el sistema de cultivo asociado o monocultivo, se observa que el tarwi en monocultivo sembrado con oportunidad 1 y 2 produce mayor beneficio, en comparación al aguaymanto en monocultivo y a los asociados. El resultados del análisis es contrario para el aguaymanto, es decir que el beneficio de monocultivo no supera al beneficio generado por la asociación aguaymanto y tarwi. La diferencia se debe a la variación de rendimientos alcanzados por cada cultivo en los tratamientos sometidos, asimismo a la diferencia de los costos de producción por hectárea de cada cultivo y al alto precio de comercialización de las cosechas; el costo de producción del tarwi es S/. 3443.19 nuevos soles menor que el del aguaymanto (S/. 9772.89 nuevos soles), sin embargo el costo de venta es de S/. 4.00 el kg; mientras que el costo de venta de aguaymanto es de S/. 3.50 el kg de frutos. Del análisis también se puede concluir que por cada nuevo sol invertido en la producción de tarwi obtenemos más de tres nuevos soles de utilidad. Asimismo, a pesar de obtenerse valores deficientes de uso de la tierra tanto con los rendimientos e ingresos económicos en la asociación tarwi y aguaymanto, resulta positivo el beneficio/ costo y la utilidad neta, es decir a pesar de todo se obtiene alta utilidad económica con el sistema de cultivo asociado, básicamente por el precio que tienen ambos productos en el mercado.

CONCLUSIONES

Los resultados y discusiones del estudio conducen a las siguientes conclusiones:

- 1.1. Los rendimientos productivos del tarwi y aguaymanto conducidos bajo el sistema de monocultivo son superiores a los obtenidos bajo el sistema asociado.
- 1.2. Las siembras con oportunidad 1 y 2 del aguaymanto y tarwi presentaron variaciones no significativas en los rendimientos, tanto a nivel de monocultivo como en asociado.
- 1.3. La asociación tarwi – aguaymanto sembrados con oportunidad 1 y 2, según rendimiento, no permite lograr un eficiente uso de la tierra, porque alcanzaron valores de 0.73, 0.77 y 0.78. no es beneficioso desde el punto de vista productivo respecto del logrado por el sistema de monocultivo.
- 1.4. La asociación tarwi – aguaymanto sembrados con oportunidad 1 y 2, según la utilidad neta, no permite lograr un eficiente uso de la tierra, presentaron valores de 0.63, 0.69 y 0.70. No es beneficioso desde el punto de vista económico, respecto del logrado por el sistema de monocultivo.
- 1.5. Se encontraron alta utilidad neta de los tratamientos involucrados, siendo mayor la utilidad del monocultivo de aguaymanto con S/. 26585.41 nuevos soles, asimismo se aprecia que las utilidades en los sistemas de cultivo asociado con S/. 18571.11 nuevos soles, son mayores al monocultivo de tarwi con S/. 10556.81 nuevos soles.
- 1.6. El monocultivo tarwi obtuvo una relación beneficio/ costo de 4.07, mientras que el monocultivo aguaymanto registró una relación beneficio costo de 3.72.

RECOMENDACIONES

- 1.1. Realizar estudios similares con otros cultivos predominantes a nivel de la provincia de Acobamba a fin de establecer una línea base sobre la eficiencia de uso del suelo a partir de los rendimientos e ingresos económicos generados por los cultivos.
- 1.2. La Universidad Nacional de Huancavelica a través de la EAP Agronomía debe implementar un plan de mejora de capacidades y actitudes productivas de los agricultores de Acobamba en cultivos de mayor importancia económica a fin de ampliar el menú de oportunidades productivas y tecnológicas de los mismos.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

ALEMÁN (1997); Sistemas Agrícolas Andinos, Cultivos en Relevos Papa-haba, pasto-animales, FEPP, Quito, Ecuador. 135p.

ARAUJO (2007), Cultivo de aguaymanto. Proyecto: Fomento del Biocomercio con productos Andinos en el Corredor Económico Crisnejas - Cajamarca. 23 p.3.

AGRORURAL (2009), Manual técnico de cultivo de tarwi orgánico. Huancavelica Perú.

BENÍTEZ (1999), El género *Physalis* (*Solanaceae*) de Venezuela. Acta Bot. Venezuela. 21 (2): 11-42 (1998 publ. 1999).

CAMARENA F et al (1996), Evaluación del rendimiento en grano seco de frijol variedad UNAGEM-1 en asociación con maíz (*Zea mays* L) en condiciones de sierra. Lima – Perú.

CEDEPAS NORTE (2012). Manual técnico para el manejo agronómico del aguaymanto orgánico. Cajamarca. Perú.

DE LA CRUZ R, MANTARI J, LAURA L (2004) Evaluación del uso eficiente de la tierra en los cultivos de maíz y frijol. Acobamba. Huancavelica- Perú.

DOSTERT N, ROQUE J, CANO A, LA TORRE M Y WEIGEND M (2011) Hoja botánica: Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Proyecto Perú biodiverso. Cooperación Suiza – SECO. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo – MINCETUR. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo – PROMPERU. MinisteriodelAmbiente – MINAM. Perú.

FISCHER Y LUDDERS (1992), Effect of root-zone temperature on growth and development of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). Influencia de la temperatura de la zona radicular sobre crecimiento y desarrollo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Actahortic. 310: 189-198.9.

GUTIERREZ (2008), Different responses of golden berry fruit treated at four maturity stages with the ethylene antagonist 1-methylcyclopropene, *Postharvest Biology and Technology*. 48 (2): 199-205.12.

HOKCHE (2008), Hokche O. 2008. Nuev. Cat. Fl. Vas. Venezuela 1-860.16. Jørgensen PM, León-Yáñez S. 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75: i-viii, 1-1181.17. Klinac DJ. 1986. Cape gooseberry (*Physalis peruviana*) production systems. *N Z J Exp Agric* 14 (4):425-430.18. Legge AP. 1974 Notes on the history, cultivation and uses of *Physalis peruviana*.

IBARRA (1992), Germination of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) under different degrees of maturity and storage times. *Geminación de la uvilla (Physalis peruviana L.) bajo diferentes grados de madurez y tiempo de almacenamiento*. *Acta hort.* 310: 183-187.7.

JOYCE DOUGHTY (1982), Siembras múltiples e intercalados. Instituto Colombiano Agropecuario. (Boletín de Divulgación N° 42).

MARTINEZ (1997), Cultivos asociados para enfrentar la crisis energética ambiental en las zonas tropicales sub húmedas de México. Foro consultivo, científico y tecnológico. Secretaría de la reforma agraria, 27 de abril, México. D.F.

TURRENT (2006), Validación del método de siembra en surcos alternos para la asociación de cultivos en valles centrales. *Naturaleza y desarrollo*.

VELÁSQUEZ & MESTANZA (2003), *Physalis* L. (Solanoideae; Solaneae) and allied genera: I. A morphology-based cladistic analysis. In: Nee M, Symon DE, Lester RN, Jessop JP (eds). *Solanaceae IV: advances in biology and utilization*. Kew: The Royal Botanic Gardens, Kew, pp.139-159.8.

WALKER (2004), Comportamiento agronómico de selecciones avanzadas de frijol voluble con maíces en asocio y en unicultivo. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 89 p.

WILLEY (1979), Análisis de la habilidad competitiva de variedades de cultivos cereales y poblaciones de leguminosas en asociación. Tesis de maestro en fitomejoramiento, universidad autónoma del estado de México campus universitario "el cerrito".112p.

ANEXO

RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL SAN JOSÉ DE HUANCAYO

SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS

Teléfonos: 24-4206 y 24-7011

NOMBRE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYELICA
CARMEN ONOFRE LULO
LOCALIDAD : HUANCAYELICA

COMUNERA : I	1351-2012	10/12/2012
Proyecto	Nº de Laboratorio	Fecha

RESULTADOS DE ANÁLISIS

pH	TEXTURA						Fracción		
	CE	M.O.	P	K	Al	N	Mn	Aréa	Argila
	%	%	%	%	%	%	%	%	%

INTERPRETACION DE ANALISIS

Análisis	Normal		BAJO		MEDIO		ALTO	
	Deficiente	Normal	Deficiente	Normal	Deficiente	Normal	Deficiente	Normal
Nitrogeno (N)			X					
Fósforo (P)								
Potasio (K)					X			
Calcio (Ca)	X							
Magnesio (Mg)								
Zinc (Zn)								
Manganeso (Mn)								
% M.O.			X					

RECOMENDACIÓN DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
Mínimo	100	60	60						
Máximo	120	80	80						
Recomendaciones y observaciones Especiales	Incorporar materia orgánica descompuesta razón de 2 T/ha en el momento de la siembra.								
Cuándo a Sembrar	AHUAYMANTO								
Recomendaciones de fertilizantes por el Especialista	4%	50 % del N							
	10%	Todo el P y K							
	10%	50 % del N							

Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Santa Ana - Huancayo

E. Guillón
Ing. Elmer Onofre Pineda Monge

PANEL FOTOGRAFICO



FOTO 1: Preparación de sustrato para almacenamiento de semillas de aguaymanto



FOTO 2: Evaluando el crecimiento de plántulas de aguaymanto

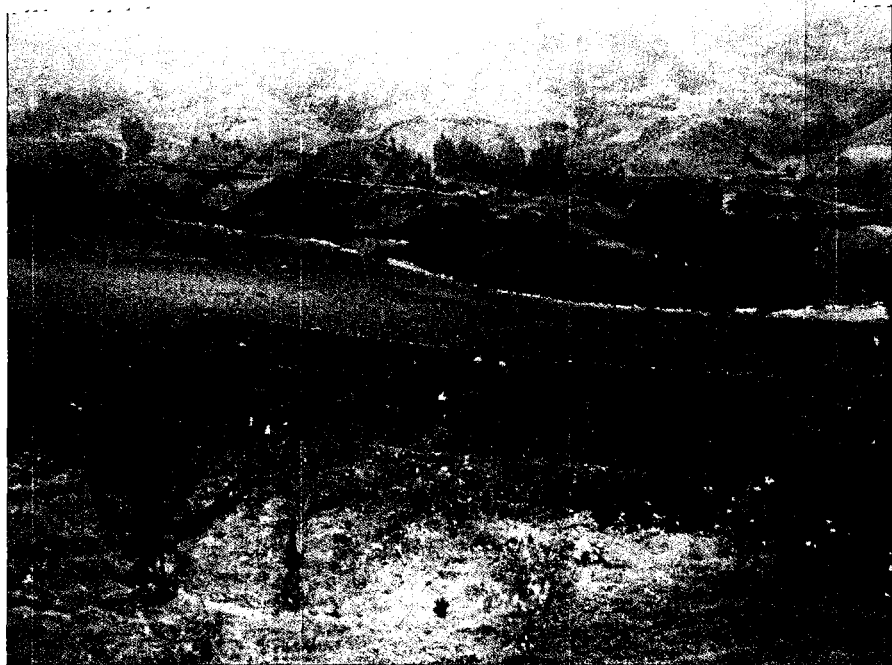


FOTO 03: Vista del terreno experimental en Común Era.



FOTO 04: Instalación de la tesis.



FOTO 05: Siembra del tarwi en monocultivo oportunidad 1.



FOTO 06: Plantación del aguaymanto.



FOTO 07: Campo experimental 20 días después de la primera siembra.



FOTO 08: Instalación de tarwi y aguaymanto en siembra de oportunidad 2.



FOTO 09 : Monocultivo de tarwi en floración.



FOTO 10: Asociación tarwi y aguaymanto en inicio de floración.



FOTO 11: Monocultivo de aguaymanto en fructificación.



FOTO 12: Evaluación de número de frutos por planta.



FOTO 13: Toma de datos de campo



FOTO 14: Producción de frutos de aguaymanto



FOTO 15: Cosecha de frutos de aguaymanto



FOTO 16: Evaluando madurez de granos de tarwi.



FOTO 17: Vainas de tarwi en madurez.



FOTO 18: Cosecha de tarwi

"EFICIENCIA DE USO DEL SUELO EN LA ASOCIACIÓN DE CULTIVOS DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.) Y TARWI (*Lupinus mutabilis*) EN LA PROVINCIA DE ACOBAMBA - HUANCAMELICA"

"LAND USE EFFICIENCY IN ASSOCIATION AGUAYMANTO CROPS (*Physalis peruviana* L.) and TARWI (*Lupinus mutabilis*) IN THE PROVINCE OF Acobamba - HUANCAMELICA"

Autores: Carmen Onofre Lulo y Maribel Ayda Yauri Rojas

Escuela Académico Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Huancavelica

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el centro de investigación y producción Común Era de la Escuela Académico Profesional de Huancavelica, provincia de Acobamba departamento de Huancavelica, el objetivo fue evaluar los efectos productivos y eficiencia de uso del suelo en las asociaciones de cultivos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) y tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Los resultados indican: Los rendimientos productivos del tarwi y aguaymanto conducidos bajo el sistema de monocultivo son superiores a los obtenidos bajo el sistema asociado. Las siembras con oportunidad 1 y 2 del aguaymanto y tarwi presentaron variaciones no significativas en los rendimientos, tanto a nivel de monocultivo como en asociado. La asociación tarwi – aguaymanto sembrados con oportunidad 1 y 2, según rendimiento, no permite lograr un eficiente uso de la tierra, porque alcanzaron valores de 0.73, 0.77 y 0.78; no es beneficioso desde el punto de vista productivo respecto del logrado por el sistema de monocultivo. Asimismo la asociación tarwi – aguaymanto sembrados con oportunidad 1 y 2, según la utilidad neta, no permite lograr un eficiente uso de la tierra, presentaron valores de 0.63, 0.69 y 0.70. No resulta beneficioso desde el punto de vista económico, respecto del logrado por el sistema de monocultivo. Se encontraron alta utilidad neta de los tratamientos involucrados, siendo mayor la utilidad del monocultivo de aguaymanto con S/. 26585.41 nuevos soles, asimismo se aprecia que las utilidades en los sistemas de cultivo asociado con S/. 18571.11 nuevos soles, son mayores al monocultivo de tarwi con S/. 10556.81 nuevos soles. El monocultivo tarwi obtuvo una relación

beneficio/ costo de 4.07, mientras que el monocultivo aguaymanto registró una relación beneficio costo de 3.72.

Palabras clave: Monocultivo, cultivo asociado, uso equivalente de la tierra, tarwi, aguaymanto.

ABSTRACT

The research was conducted in the research and production center Common Era Professional Academic School Huancavelica province of Huancavelica Acobamba. The objective was to evaluate the effects of production and land use efficiency in crop associations aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) and lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet). The results indicate: The production yields of lupine and aguaymanto conducted under monoculture system are higher than those obtained under the associated system. Plantings with opportunity 1 and 2 presented tarwi aguaymanto and no significant variations in yields, both as a partner monoculture. The association tarwi - aguaymanto seeded with opportunity 1 and 2, as performance does not achieve an efficient use of land, because reached values of 0.73, 0.77 and 0.78, it is not beneficial from the point of view of production over that achieved by the system monoculture. Also the association tarwi - aguaymanto seeded with opportunity 1 and 2, as net income, does not achieve an efficient use of land, with values of 0.63, 0.69 and 0.70. Not benefitting from the economic standpoint, in respect of the system achieved by monoculture. They found high net profit of the treatments involved, with higher utility aguaymanto monoculture with S / . 26585.41 soles also shows that the utilities in intercropping systems with S / . 18571.11 soles, are greater than monoculture tarwi with S / . 10556.81 soles. Monoculture tarwi obtained a benefit / cost ratio of 4.07, while the monoculture aguaymanto recorded a benefit cost ratio of 3.72.

Keywords: Monoculture, mixed cropping, land use equivalent, lupine, aguaymanto.

1. INTRODUCCION

La innovación tecnológica avanza a un ritmo bastante acelerado y exige a la comunidad científica mantenerse actualizado para atender la diversidad de las demandas del mercado. El mega mercado dentro de la diversidad de sus exigencias exige productos comestibles que muchos de ellos se encuentran su hábitat en la sierra del Perú. Sin embargo esta necesidad de alimentos, genera una cadena de responsabilidades que pasa por los profesionales agrónomos y llega hasta los agricultores, quienes asumen parte del reto para cubrir cierta demanda, demanda que aparte de un requerimiento financiero exige alternativas tecnológicas agrícolas para mejorar los rendimientos de sus cultivos y niveles de producción. Por otra parte los agricultores de la sierra de nuestro país tienen que sortear y superar otras debilidades, una de ellas es el tamaño de sus predios agrícolas, realmente muy variable, disperso y accidentado: desde menores a 200 m² hasta mayores de 10000m², que a veces no permite planificar ni realizar una agricultura económica rentable, más aun si todo depende de las precipitaciones fluviales, realmente impredecibles en el inicio, periodo y frecuencia de las lluvias durante en las últimas campañas agrícolas. Sin embargo bajo esas condiciones se tiene que seguir realizando agricultura.

Para ello se hace necesario que la cadena de responsabilidades productivas y de generación de tecnologías siga funcionando, para encontrar y proponer alternativas tecnológicas, no solo para los cultivos que por costumbre y tradición se conducen a nivel de la sierra, sino también para encontrar nuevos cultivos alternativos que se adapten a las condiciones ambientales, que ofrezcan mejores eficiencias de uso del suelo y puedan ser incorporados como parte de un menú de opciones agrícolas. Los autores del presente creemos que uno de esos cultivos es el aguaymanto y el tarwi, por varias razones que mencionamos en seguida: su rusticidad, resistentes a plagas y enfermedades, su demanda en el mercado, un alto nivel nutritivo, el bajo costo de producción y alta rentabilidad.

2. MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el distrito Acobamba, en la región Huancavelica, ubicada a 3436 msnm, durante los años 2012 y 2013. El material biológico utilizado fue el tarwi variedad Huancayo y el aguaymanto variedad colombiana.

Los factores en estudio fueron oportunidades de siembra 1 y 2 después de 20 días una del otro, en sistemas de cultivos asociado y monocultivo, donde el tarwi se sembró a 60000 plantas/ha y el aguaymanto a 10000 plantas / ha. Eficiencia de uso la tierra a través de la determinación del Uso Equivalente de la Tierra (UET). Mediante el uso equivalente de la tierra (UET) se mide la productividad del sistema asociado, es decir la relación que existe entre el área que se necesita sembrar con monocultivo y el área cubierta con cultivo asociado para dar igual cantidad de producto, bajo el mismo nivel de manejo.

El diseño experimental utilizado fue bloques completos randomizados con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: T1: Monocultivo Tarwi (siembra en oportunidad 1, T2: Asociación Tarwi (siembra oportunidad 1) + Aguaymanto (siembra oportunidad 2), T3: Asociación Tarwi (siembra oportunidad 1) + Aguaymanto (siembra oportunidad 1), T4: Asociación Tarwi (siembra oportunidad 2) + Aguaymanto (siembra oportunidad 1), T5: Monocultivo Aguaymanto (siembra oportunidad 1), T6: Monocultivo Aguaymanto (siembra oportunidad 2) y T7: Monocultivo Tarwi (siembra oportunidad 2).

Todas las parcelas experimentales tuvieron cinco surcos de 5 m de longitud, distanciados a 1m. La siembra y las labores agronómicas se realizaron de acuerdo a las recomendaciones para este tipo de experimentos. El aguaymanto se sembró en hoyos y el tarwi en golpes entre las plantas del aguaymanto. No se hizo aplicación de fertilizantes sintéticos, sólo orgánicos a razón de 2 t/ha y humus 0.5 t/ha. El control de malezas se hizo en forma manual, se hizo control químico de plagas para controlar al *Epitrix* sp por causar daños a ambos cultivos en los primeros estadios de desarrollo de las plantas. Se cosechó en función al periodo vegetativo de cada especie y a la secuencia de maduración de los frutos de aguaymanto. Para calcular el valor de la cosecha se estimó, en agosto 2013, el precio en chacra del tarwi a S/. 4.00 y aguaymanto S/. 3.50 por kilogramo.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.1. FACTORES PRODUCTIVOS DEL TARWI Y AGUAYMANTO

El cuadro 01 presenta el rendimiento de grano seco en kg/ha, junto a otras características del tarwi, así como el rendimiento de frutos de aguaymanto conducidos en sistemas de monocultivo y asociado.

Los mayores rendimientos de tarwi se obtuvieron con los monocultivos sembrados en oportunidad 1 y 2 con 3174.75 y 3042.75 kg/ha, respectivamente encontrándose diferencias no significativas entre ellos y el menor rendimiento se obtuvo cuando el tarwi es sembrado en oportunidad 2, es decir 20 días después que el aguaymanto con 1438 kg/ha.

Para el caso del aguaymanto se observa que también los sembrados en monocultivo en oportunidad 1 y 2 presentan los mayores rendimientos de frutos con 10678.00 y 10099.75 kg/ha ambos resultados presentan diferencias no significativas estadísticamente, mientras que la asociación tarwi y aguaymanto sembrado en oportunidad 2 con 2556.38 kg/ha.

Los rendimientos productivos para ambos cultivos resultaron ser mayores cuando son sembrados en monocultivo, asimismo se observa que las alturas de las plantas fueron mayores en las siembras en monocultivo, y las menores se presentaron en las siembras en asociación.

Cuadro 01: Resultados promedios de l características evaluadas en el Tarwi y Aguaymanto bajo el sistema asociado y monocultivo

CLAVE	TRATAMIENTO	TARWI				AGUAYMANTO			
		Rdto grano kg/ha	N° vainas/ planta	Peso de 100 semillas (gr)	Altura planta cm	Rdto. Frutos Kg/ha	N° frutos/planta	Peso de 10 frutos (gr)	Altura de planta cm
T1	Monocultivo de Tarwi en siembra 1	3174.75	50.75	27.13	65.29				
T2	Asociación Tarwi en siembra 1- Aguaymanto en siembra 2	1526.81	48.00	26.25	62.61	2556.38	100.25	51.00	66.53
T3	Asociación Tarwi en siembra 1 - Aguaymanto en siembra 1	1519.13	49.00	26.60	64.67	3182.75	109.75	58.00	68.43
T4	Asociación Aguaymanto en siembra 1 - Tarwi en siembra 2	1438.00	47.00	26.88	66.29	3206.50	121.00	53.00	70.24
T5	Monocultivo de Aguaymanto en siembra 1					10678.00	140.5	76.00	73.35
T6	Monocultivo Aguaymanto en siembra 2					10099.75	142.25	71.00	71.73
T7	Monocultivo de tarwi en siembra 2	3042.75	49.50	27.23	68.17				

4.1.2. FACTORES PRODUCTIVOS DEL CULTIVO DEL TARWI

A) NUMERO DE VAINAS POR PLANTA

En la fuente de los bloques existe alta significación estadística mientras que en la fuente de tratamientos no se encontró diferencias estadísticas significativas. En número promedio de vainas por planta es de 48.85 y el coeficiente de variabilidad de 4.71 %, según la escala de calificación reportado por Osorio (2000) es calificado como muy bajo, la cual indica que el material experimental tuvo una respuesta muy homogénea para ésta variable.

CUADRO 02: PRUEBA DE SIGNIFICACION DE TUKEY PARA NUMERO DE VAINAS POR PLANTA

ORDEN	TRATAMIENTO	CLAVE	DATOS ORIGINALES	SIGNIFICACION
1	T1	T1	50.75	a
2	T7	T2	49.5	a
3	T3	A1T1	49	a
4	T2	T1A2	48	a
5	T4	A1T2	47	a

El **cuadro 02** muestra la prueba de significación de Tukey de comparación de promedios para el número de vainas por planta de los tratamientos, se observa que el monocultivo de tarwi sembrado en oportunidad 1, presenta la mayor producción promedio de vainas por planta con 50.75 vainas y la asociación tarwi sembrado en oportunidad 1 y aguaymanto en oportunidad 2, el menor número con 47.00 vainas por planta, presentando una diferencia numérica de 3.75. Asimismo se observa que los promedios de número de vainas por planta de los tratamientos no presentan significación estadística entre ellos.

B) RENDIMIENTO DE GRANO SECO POR HECTAREA

CUADRO 03: PRUEBA DE SIGNIFICACION DE TUKEY PARA RENDIMIENTO DE GRANO SECO DE TARWI EN KG/HA

ORDEN	TRATAMIENTO	CLAVE	DATOS ORIGINALES	SIGNIFICACION
1	T1	T1	3174.75	a
2	T7	T2	3042.75	a
3	T2	T1A2	1526.81	b
4	T3	A1T1	1519.13	b
5	T4	A1T2	1438.31	b

El **cuadro 03** de la prueba de significación de Tukey de la comparación de los promedios para el rendimiento de grano seco de tarwi, se observa que los monocultivos de tarwi sembrado en oportunidad 1y 2, ocupan los primeros lugares en el orden de mérito con la mayor producción promedio con 3174.75 y 3042.75 kg/ha respectivamente, y no presentan significación estadística entre ellos, mientras que las asociaciones de tarwi sembrado en oportunidad 1, 2 y aguaymanto en oportunidad 1, 2, presentan los menores rendimientos, siendo la asociación de tarwi sembrado en oportunidad 2 y aguaymanto en oportunidad 1, la que produjo el menor rendimiento de grano seco con apenas 1438.31 kg/ha. Asimismo se observa que los rendimientos promedios de los monocultivos difieren estadísticamente de los obtenidos en asociación, también se observa que los rendimientos promedio al interior de cada sistema de cultivo no presentan diferencia estadística.

4.1.3. FACTORES PRODUCTIVOS DEL CULTIVO DE AGUAYMANTO

A) NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Se observó que en la fuente de los bloques y tratamientos presentan alta significación estadística. El número promedio de frutos por planta es de 122.75 frutos, el coeficiente

de variabilidad de 9.97 %, según la escala de calificación propuesto por Osorio (2000) es calificado como muy bajo.

CUADRO 04: PRUEBA DE SIGNIFICACION DE TUKEY PARA EL NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA

ORDEN	TRATAMIENTO	CLAVE	DATOS ORIGINALES	SIGNIFICACION
1	T6	A2	142.25	a
2	T5	A1	140.5	a
3	T4	A1T2	121	a b
4	T3	A1T1	109.75	b
5	T2	A2T1	100.25	b

El **cuadro 04** de la prueba de significación de Tukey se observa que el monocultivo de aguaymanto sembrado en oportunidad 2, ocupa el primer lugar con el promedio de 142.25 frutos por planta y la asociación aguaymanto sembrado en oportunidad 2 y tarwi en oportunidad 1, el menor número con 100.25 frutos, presentando una diferencia numérica de 42 frutos con el primero. Asimismo se observa que el promedio de frutos de los monocultivos presenta diferencia estadística con los promedios de los tratamientos de los cultivos asociados.

B) RENDIMIENTO DE FRUTOS POR HECTAREA

Se observó que en la fuente de los bloques presenta significación estadística, mientras que los tratamientos presentan alta significación estadística. El rendimiento promedio de frutos es 5944kg, el coeficiente de variabilidad de 11.62 %, según la escala de calificación propuesto por Osorio (2000), es calificado como bajo.

La significación estadística entre bloques indica que los rendimientos obtenidos por los tratamientos dentro de cada bloque muestran variabilidad, por efecto del desnivel del terreno y la variación de la capa arable, superficial en la parte alta y profundo en la zona baja. Asimismo la alta significación estadística que presentan los tratamientos para la variable de rendimientos se debe al efecto del sistema de cultivo aplicado: monocultivo y asociación. La disminución de los rendimientos se explica por la posible

competencia de nutriente, agua e iluminación que afectó el proceso fotosintético de las plantas.

CUADRO 05: PRUEBA DE SIGNIFICACION DE TUKEY PARA RENDIMIENTO DE FRUTOS POR HECTAREA

ORDEN	TRATAMIENTO	CLAVE	DATOS ORIGINALES	SIGNIFICACION
1	T5	A1	10678.00	a
2	T6	A2	10099.75	a
3	T4	A1T2	3206.50	b
4	T3	A1T1	3182.75	b
5	T2	A2T1	2556.38	b

El **cuadro 05** muestra que el monocultivo de aguaymanto sembrado en oportunidad 1, ocupa el primer lugar con el promedio de 10678.00 kg/ha y la asociación aguaymanto sembrado en oportunidad 2 y tarwi en oportunidad 1, presenta el menor rendimiento de frutos con 2556.38 kg/ha. Asimismo se observa que el promedio de frutos de los monocultivos presenta diferencia estadística con los promedios de los tratamientos de los cultivos asociados

4.1.4. USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA

En el **cuadro 06**, se observa que los valores alcanzados por la asociación de los cultivos varían de 0.73 a 0.78, ninguna asociación supera a la productividad de los monocultivos, tanto para el tarwi como para el aguaymanto; es decir que las cosechas logradas con un sistema asociado no se alcanzan a las cosechadas en monocultivo. Los resultados indican que no es conveniente sembrar estos cultivos en asociación, porque se obtiene como cosechas de 23 a 27% menos de los que podría lograrse sembrando en monocultivo. Estos resultados también indican que la asociación del tarwi y aguaymanto no permiten tener buena eficiencia de uso del suelo. Se necesita sembrar entre 1.23 y 1.28 has de terreno con cultivo asociado para tener una cosecha equivalente de cualquiera de estos cultivos sembrados en una hectárea en monocultivo.

CUADRO 06: USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA SEGÚN RENDIMIENTOS

CLAVE	TRATAMIENTOS	RDTO PROMEDIO DE TARWI	RDTO PROMEDIO DE AGUAYMANTO	UET SEGÚN RDTO
T1	Monocultivo de Tarwi en siembra 1	3174.75		1.00
T2	Asociación Tarwi en siembra 1- Aguaymanto en siembra 2	1526.81	2556.38	0.73
T3	Asociación Tarwi en siembra 1 - Aguaymanto en siembra 1	1519.13	3182.75	0.78
T4	Asociación Aguaymanto en siembra 1 - Tarwi en siembra 2	1438.00	3206.50	0.77
T5	Monocultivo de Aguaymanto en siembra 1		10678.00	1.00
T6	Monocultivo Aguaymanto en siembra 2		10099.75	1.00
T7	Monocultivo de tarwi en siembra 2	3042.75		1.00

En el **cuadro 07** del uso equivalente de la tierra según la utilidad neta de los cultivos conducidos bajo los sistemas de cultivo en asociación y monocultivo, se observa que los valores alcanzados por la asociación de los cultivos varían de 0.63 a 0.70, ninguna asociación supera a la utilidad neta de los monocultivos, es decir que las utilidades netas logradas con un sistema de cultivo asociado no alcanzan a las utilidades netas de los monocultivos. Los resultados indican que no es conveniente sembrar estos cultivos en asociación, porque se obtiene como utilidad neta de 30 a 37% menos utilidad de los que podría lograrse sembrando en monocultivo, es decir que económicamente se pierde con la siembra asociada. Estos resultados también indican que la asociación del tarwi y aguaymanto no permiten tener buena eficiencia de uso del suelo

CUADRO 07: USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA SEGÚN UTILIDAD

CLAVE	TRATAMIENTOS	UTILIDAD NETA DE TARWI	UTILIDAD NETA DEL AGUAYMANTO	UET SEGÚN UTILIDAD NETA
T1	Monocultivo de Tarwi en siembra 1	9255.81		1.00
T2	Asociación Tarwi en siembra 1- Aguaymanto en siembra 2	4385.65	4061.04	0.63
T3	Asociación Tarwi en siembra 1 - Aguaymanto en siembra 1	4354.93	6253.33	0.70
T4	Asociación Aguaymanto en siembra 1 - Tarwi en siembra 2	4030.41	6336.46	0.69
T5	Monocultivo de Aguaymanto en siembra 1		27600.41	1.00
T6	Monocultivo Aguaymanto en siembra 2		25576.83	1.00
T7	Monocultivo de tarwi en siembra 2	8727.81		1.00

4.1.5. ANÁLISIS ECONÓMICO

En el Cuadro 18 se observa que el indicador económico beneficio/costo para cada uno de los tratamientos es alto, explicándose esto por haberse sembrado un cultivo relativamente nuevo para Acobamba, como es el aguaymanto y el tarwi ampliamente adaptado a la zona, la variadas colombiana de aguaymanto se adaptó rápidamente a las condiciones ambientales de la zona de estudio, por los cuidados en el manejo y la rusticidad de los cultivos para tolerar y resistir plagas y enfermedades, los cuales influyeron en los rendimientos productivos alcanzados.

Otro factor influyente en los valores del beneficio/costo de los cultivos, son los costos que tienen en el mercado, que al mes de agosto 2013 tenían los siguientes precios en chacra: tarwi: S/. 4.00 por gk, y el aguaymanto S/. 3.50 nuevos soles por kg de frutos.

El cultivo de tarwi sembrado en monocultivo con oportunidades 1 y 2 alcanzaron los mayores valores de beneficio/ costo con 4.07, esto quiere decir que por cada nuevo sol invertido se logra una utilidad de 3.07 nuevos soles, vale mencionar que el tarwi sembrado en monocultivo genera alta rentabilidad, lo que indica la importancia económica que tiene el tarwi.

Asimismo el cultivo de aguaymanto sembrado en monocultivo presenta valores de alta rentabilidad: 3.72, es decir que por cada nuevo sol invertido se logra una utilidad de 2.72 nuevos soles.

La relación de beneficio costo de la asociación de los cultivos también son altos, muy a pesar que los valores de uso equivalente de la tierra son bajos y deficientes, alcanzaron el beneficio /costo de 3.81, el cual indica que pese a la diferencia significativa de los rendimientos la asociación de estos cultivos aun resultan rentables.

CUADRO 18: PRODUCTIVIDAD, COSTOS, VALOR BRUTO DE PRODUCCION Y RELACION BENEFICIO COSTO

CLAVE	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO K/Ha		COSTO PRODUCCION (S./Ha)	COSTO ADM (S/.) 5%	COSTO TOTAL PRODUCCION (S./Ha)	VALOR BRUTO DE PRODUCCION	BENEFICIO/ COSTO	UTILIDAD NETA (S/.)
		Tarwi	Aguaymanto						
T1	Monocultivo de Tarwi en siembra 1	3174.75		3279.23	163.96	3443.19	14000.00	4.07	10556.81
T2	Asociación Tarwi en siembra 1- Aguaymanto en siembra 2	1526.81	2556.38	6293.23	314.66	6607.89	25179.00	3.81	18571.11
T3	Asociación Tarwi en siembra 1 - Aguaymanto en siembra 1	1519.13	3182.75	6293.23	314.66	6607.89	25179.00	3.81	18571.11
T4	Asociación Aguaymanto en siembra 1 - Tarwi en siembra 2	1438.00	3206.50	6293.23	314.66	6607.89	25179.00	3.81	18571.11
T5	Monocultivo de Aguaymanto en siembra 1		10678.00	9307.23	465.36	9772.59	36358.00	3.72	26585.41
T6	Monocultivo Aguaymanto en siembra 2		10099.75	9307.23	465.36	9772.59	36358.00	3.72	26585.41
T7	Monocultivo de tarwi en siembra 2	3042.75		3279.23	163.96	3443.19	14000.00	4.07	10556.81

4. CONCLUSIONES

- 4.1 Los rendimientos productivos del tarwi y aguaymanto conducidos bajo el sistema de monocultivo son superiores a los obtenidos bajo el sistema asociado.
- 4.2 Las siembras con oportunidad 1 y 2 del aguaymanto y tarwi presentaron variaciones no significativas en los rendimientos, tanto a nivel de monocultivo como en asociado.
- 4.3 La asociación tarwi – aguaymanto sembrados con oportunidad 1 y 2, según rendimiento, no permite lograr un eficiente uso de la tierra, porque alcanzaron valores de 0.73, 0.77 y 0.78. no es beneficioso desde el punto de vista productivo respecto del logrado por el sistema de monocultivo.
- 4.4 La asociación tarwi – aguaymanto sembrados con oportunidad 1 y 2, según la utilidad neta, no permite lograr un eficiente uso de la tierra, presentaron valores de 0.63, 0.69 y 0.70. No es beneficioso desde el punto de vista económico, respecto del logrado por el sistema de monocultivo.
- 4.5 Se encontraron alta utilidad neta de los tratamientos involucrados, siendo mayor la utilidad del monocultivo de aguaymanto con S/. 26585.41 nuevos soles, asimismo se aprecia que las utilidades en los sistemas de cultivo asociado con S/. 18571.11 nuevos soles, son mayores al monocultivo de tarwi con S/. 10556.81 nuevos soles.
- 4.6 El monocultivo tarwi obtuvo una relación beneficio/ costo de 4.07, mientras que el monocultivo aguaymanto registró una relación beneficio costo de 3.72.

5. RECOMENDACIONES

- 5.1. Realizar estudios similares con otros cultivos predominantes a nivel de la provincia de Acobamba a fin de establecer una línea base sobre la eficiencia de uso del suelo a partir de los rendimientos e ingresos económicos generados por los cultivos.
- 5.1. La Universidad Nacional de Huancavelica a través de la EAP Agronomía debe implementar un plan de mejora de capacidades y actitudes productivas de los

agricultores de Acobamba en cultivos de mayor importancia económica a fin de ampliar el menú de oportunidades productivas y tecnológicas de los mismos.

6. BIBLIOGRAFIA

ALEMÁN (1997); Sistemas Agrícolas Andinos, Cultivos en Relevos Papa-haba, pasto-animales, FEPP, Quito, Ecuador. 135p.

ARAUJO (2007), Cultivo de aguaymanto. Proyecto: Fomento del Biocomercio con productos Andinos en el Corredor Económico Crisnejas - Cajamarca. 23 p.3.

AGRORURAL (2009), Manual técnico de cultivo de tarwi orgánico. Huancavelica Perú.

BENÍTEZ (1999), El género *Physalis* (*Solanaceae*) de Venezuela. Acta Bot. Venezuela. 21 (2): 11-42 (1998 publ. 1999).

CAMARENA F et al (1996), Evaluación del rendimiento en grano seco de frijol variedad UNAGEM-1 en asociación con maíz (*Zea mays* L) en condiciones de sierra. Lima – Perú.

CEDEPAS NORTE (2012). Manual técnico para el manejo agronómico del aguaymanto orgánico. Cajamarca. Perú.

DE LA CRUZ R, MANTARI J, LAURA L (2004) Evaluación del uso eficiente de la tierra en los cultivos de maíz y frijol. Acobamba. Huancavelica- Perú.

DOSTERT N, ROQUE J, CANO A, LA TORRE M Y WEIGEND M (2011) Hoja botánica: Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Proyecto Perú biodiverso. Cooperación Suiza – SECO. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo – MINCETUR. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo – PROMPERU. Ministerio del Ambiente – MINAM. Perú.

FISCHER Y LUDDERS (1992), Effect of root-zone temperature on growth and development of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). Influencia de la temperatura de la zona radicular sobre crecimiento y desarrollo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Actahortic. 310: 189-198.9.

IBARRA (1992), Germination of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) under different degrees of maturity and storage times. Geminación de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) bajo diferentes grados de madurez y tiempo de almacenamiento. Actahortic. 310: 183-187.7.

MARTINEZ (1997), Cultivos asociados para enfrentar la crisis energética ambiental en las zonas tropicales sub húmedas de México. Foro consultivo, científico y tecnológico. Secretaria de la reforma agraria, 27 de abril, México. D.F.

TURRENT (2006), Validación del método de siembra en surcos alternos para nla asociación de cultivos en valles centrales. Naturaleza y desarrollo.

WILLEY Y OSIRU (1996), Experiencia seleccionada en el Concurso de Buenas Prácticas patrocinado por Dubai en 1996, y catalogada como BEST. *Bestpractices databas.*) País/Country: Canadá.