

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
ESCUELA DE POSGRADO  
DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**SUSTENTABILIDAD DEL CULTIVO DE TARWI (*Lupinus mutabilis*  
Sweet) EN LA ZONA ALTOANDINA DEL VALLE DEL MANTARO,  
PERÚ**

**Presentada por:**

**VIDAL CÉSAR AQUINO ZACARÍAS**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE *DOCTORIS PHILOSOPHIAE*  
EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**Lima - Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**“SUSTENTABILIDAD DEL CULTIVO DE TARWI (*Lupinus mutabilis*  
Sweet) EN LA ZONA ALTOANDINA DEL VALLE DEL MANTARO,  
PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
*Doctoris Philosophiae***

**Presentada por:**

**VIDAL CESAR AQUINO ZACARÍAS**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

**Ph.D. Julia Alegre Orihuela  
PRESIDENTE**

**Dr. Jorge Jiménez Dávalos  
PATROCINADOR**

**Dr. Alberto Julca Otiniano  
MIEMBRO**

**Dr. Félix Camarena Mayta  
MIEMBRO**

**Ph.D. Robert Richard Rafael Rutte  
MIEMBRO EXTERNO**

A *Dios*, por la oportunidad de poder alcanzar este objetivo.

A la memoria de mis padres, *Olimpia* y *Vidal*, pilares fundamentales en mi vida, por todo su amor y dedicación en mi educación, sin dudar ni un solo momento de mi inteligencia y capacidad y haber confiado en mí en cada paso que he dado durante el extenso camino de la vida.

A mi *familia*, piedra angular de mi formación personal y profesional, por el apoyo constante y por la paciencia frente a muchas privaciones de afectos.

A mis hijas *Sharon Pamela* y *Krystel Emilela*, por ser la luz de mi vida, quienes me brindaron una esperanza de vida a través de mis nietos, *Facundo*, *Gabriel*, *Gael* y, mi princesa *Kiara*, que se convirtieron en mi motivación y que los tengo en grandes proyecciones de vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela de Posgrado, Programa Doctoral en Agricultura Sustentable de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por brindarme la posibilidad de formarme y continuar preparándome cada día hasta el logro de los más altos niveles.

Al Dr. Jorge Jiménez Dávalos, patrocinador de la tesis, por su apoyo incondicional, valiosa orientación y paciencia en la dedicación en la revisión del manuscrito, y enseñanza en este trabajo.

Al Dr. Alberto Julca Otiniano, por su dedicación, paciencia e invaluable cooperación en el área de sustentabilidad de este trabajo.

Al Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA) en Cultivos Andinos, Estación Experimental Agraria “Santa Ana”-Huancayo, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), debo resaltar la importancia y necesidad de compromiso, responsabilidad y confianza depositada en mí, y por todas las facilidades brindadas.

Al grupo que conforma el proyecto “Desarrollo Tecnológico Productivo para Potenciar la Producción Sostenida de Tarwi en el País”- INIA, por facilitarme la incorporación de la presente investigación como complemento del experimento “Desarrollo y adaptación de variedades y razas con atributos de alta productividad y calidad del tarwi”-PNIA-Cultivos Andinos-INIA-EEA “Santa Ana”, especialmente al Ing. Ángel Pérez Ávila, por sus grandes aportes logísticos y colaboración técnico-agronómico.

A todos los profesores, compañeros y directivos de la Escuela de Posgrado, Programa Doctoral en Agricultura Sustentable de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por haber hecho posible mi formación como Doctor.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro del Perú-Huancayo y sus autoridades que me han dado espacios, el tiempo y la comprensión para poder culminar este trabajo, por su colaboración siempre a tiempo.

Al M. Sc. Julián Chura, por su colaboración y recomendación durante el desarrollo de los análisis estadísticos del DBCA combinado y AMMI.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>3</b>
2.1 EL TARWI ( <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)	3
2.1.1 Situación General	3
2.1.2 Descripción botánica	8
2.1.3 Agronomía del tarwi	13
2.1.4 Enfermedades del tarwi	15
2.1.5 Plagas del tarwi	15
2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	16
2.2.1 Dominios de recomendación	18
2.2.2 Herramientas de caracterización	19
2.2.3 Análisis estadístico de caracterización y tipificación	22
2.3 SUSTENTABILIDAD DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	26
2.3.1 Dimensiones de sustentabilidad	27
2.3.2 Grados de sustentabilidad	31
2.3.3 Indicadores de sustentabilidad	35
2.3.4 Agricultura sustentable	38
2.4 INFLUENCIA DEL GENOTIPO Y DEL AMBIENTE	40
2.5 MATERIAL BIOLÓGICO	43
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>45</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	45
3.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	48
3.3 CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES PRODUCTORAS CON TARWI	48
3.3.1 Población y muestra	48
3.3.2 Instrumento de recolección de datos	48
3.3.3 Análisis de datos	49
3.4 SUSTENTABILIDAD DE UNIDADES PRODUCTORAS CON TARWI	52
3.4.1 Población y muestra	52
3.4.2 Selección de Sub-indicadores	55
3.4.3 Estandarización y ponderación de indicadores	52
3.4.4 Definiciones operacionales	54
3.5 EFECTOS DE GENOTIPOS AVANZADOS DE TARWI	54
3.5.1 Localización	55
3.5.2 Material genético	55
3.5.3 Diseño experimental	56
3.5.4 Análisis estadístico	57
a. Análisis estadístico descriptivo	57
b. Análisis de varianza	57
c. Análisis AMMI	58
3.5.5 Población y muestra	59

3.5.6 Procedimientos de análisis de datos	59
3.5.7 Identificación de variables	59
a. En laboratorio	60
b. En campo	60
b.1 Rendimiento de grano	60
b.2 Componentes de rendimiento	61
b.3 Componentes de adaptación ambiental	61
b.4 Fenómenos restrictivos de la producción	62
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>64</b>
4.1 CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES PRODUCTORAS CON TARWI	64
4.1.1 Revisión y selección de variables	64
4.1.2 Análisis de componentes principales	66
4.1.3 Análisis factorial	68
4.1.4 Análisis cluster	71
4.1.5 Descripción de los grupos resultantes	72
a. Grupo 1 (F1)	72
b. Grupo 2 (F2)	75
c. Grupo 3 (F3)	76
4.2 SUSTENTABILIDAD DE UNIDADES PRODUCTORAS CON TARWI	76
4.2.1 Análisis de sustentabilidad de unidades productoras con cultivo de tarwi	76
a. Dimensión económica	77
b. Dimensión ecológica	78
c. Dimensión socio-cultural	79
d. Sustentabilidad general	80
4.2.2 Puntos críticos de la sustentabilidad de las unidades productoras	82
4.3 GENOTIPOS AVANZADOS DE TARWI	85
4.3.1 Rendimiento de granos	86
4.3.2 Componentes de rendimiento	89
a. Componentes de rendimiento	89
b. Componentes de adaptación ambiental	95
4.3.3 Fenómenos restrictivos de la producción	101
a. Abiotismo climático: heladas	101
b. Plagas insectiles	101
c. Enfermedades foliares	108
4.3.4 Análisis de los efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (AMMI)	110
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>116</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>118</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>119</b>
<b>VIII. ANEXO</b>	<b>137</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Valores de F según que los factores y localidades sean fijos y aleatorios. Tomado de McIntosh (1983)	5
<b>Tabla 2</b>	Ubicación de los Centros Poblados productores de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	45
<b>Tabla 3.</b>	Variabes meteorológicas registradas durante la campaña agrícola 2015-2016	47
<b>Tabla 4.</b>	Matriz de correlación en caracterización de las unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	51
<b>Tabla 5.</b>	Indicadores y Sub-Indicadores para evaluar la sustentabilidad en el cultivo de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	53
<b>Tabla 6.</b>	Ecotipos de tarwi colectados y evaluados. Campaña Agrícola 2010 a Campaña Agrícola 2014. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	55
<b>Tabla 7.</b>	Material genético de tarwi. EEA Santa Ana. INIA, Huancayo. 2015	56
<b>Tabla 8.</b>	Análisis de varianza individual. Efecto de genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	57
<b>Tabla 9.</b>	Análisis de varianza combinado. Efecto de genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	58
<b>Tabla 10.</b>	Identificación de variables. Efecto de genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	60
<b>Tabla 11.</b>	Escalas de determinación de incidencia por daño de los fenómenos restrictivos de la producción. Efecto de genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	63
<b>Tabla 12.</b>	Variabes seleccionadas por coeficiente de variación (CV). Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	65
<b>Tabla 13</b>	Prueba de KMO y Bartlett. Análisis de los componentes principales. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	66
<b>Tabla 14.</b>	Método de extracción, varianza total explicada. Análisis de los componentes principales. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	66
<b>Tabla 15.</b>	Cargas factoriales en la matriz de componente no rotado <sup>a</sup> . Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	67
<b>Tabla 16.</b>	Método de extracción, varianza total explicada. Análisis Factorial rotado. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	68
<b>Tabla 17.</b>	Cargas factoriales en la matriz de factores rotados <sup>a</sup> . Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	69
<b>Tabla 18.</b>	Rotación de factores y su denominación. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	70
<b>Tabla 19.</b>	Estructura factorial completa de las variables para cada factor. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	71

<b>Tabla 20.</b>	Evaluación de la sustentabilidad económica (IK). Sustentabilidad de unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	78
<b>Tabla 21.</b>	Evaluación de la sustentabilidad ecológica (IE). Sustentabilidad de unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	78
<b>Tabla 22.</b>	Evaluación de la sustentabilidad socio-cultural (ISC). Sustentabilidad de unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	79
<b>Tabla 23.</b>	Evaluación de la sustentabilidad general de unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	81
<b>Tabla 24.</b>	Evaluación de la sustentabilidad de las unidades productoras con tarwi por localidad. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	81
<b>Tabla 25.</b>	Cuadrados medios del análisis de varianza individual. Rendimiento de grano. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	86
<b>Tabla 26.</b>	Cuadrados medios del análisis de varianza combinado. Rendimiento de grano. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	88
<b>Tabla 27.</b>	Cuadrados medios del análisis de varianza individual. Componentes de rendimiento. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	90
<b>Tabla 28.</b>	Cuadrados medios del análisis de varianza combinado. Componentes de rendimiento. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	93
<b>Tabla 29.</b>	Cuadrados medios del análisis de varianza individual. Componentes de adaptación ambiental. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	96
<b>Tabla 30.</b>	Cuadrados medios del análisis de varianza combinado. Componentes de adaptación ambiental. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	98
<b>Tabla 31.</b>	Regresión lineal simple en días a la floración. Componentes de adaptación ambiental. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	99
<b>Tabla 32.</b>	Cuadrados medios del análisis de varianza individual. Daño por heladas (%). Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Datos transformados $\sqrt{(x+1)}$	102
<b>Tabla 33.</b>	Cuadrados medios del análisis de varianza combinado. Daño (%) por heladas. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Datos transformados $\sqrt{(x+1)}$	104
<b>Tabla 34a.</b>	Daño porcentual por plagas insectiles. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	105



<b>Tabla 34b.</b>	Daño porcentual por plagas insectiles. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	107
<b>Tabla 35.</b>	Daño porcentual por enfermedades foliares. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	108
<b>Tabla 36.</b>	Cuadrados medios del análisis AMMI. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	111
<b>Tabla 37.</b>	Resultados de las SC para los términos AMMI (prueba de Gollob). Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	112

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Principales regiones productoras de tarwi en el Perú	5
<b>Figura 2.</b>	Localización de las unidades productoras con tarwi (UPT). Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	46
<b>Figura 3.</b>	Reducción de la dimensión de un conjunto de variables. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	51
<b>Figura 4.</b>	Gráfico de factor en espacio de factores rotados. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	70
<b>Figura 5.</b>	Dendrograma del análisis Cluster con el método de Ward (distancia de corte de 11: 3 grupos o factores). Valle del Mantaro. Junín-Perú	71
<b>Figura 6.</b>	Cluster F1 (Recursos del predio) del dendrograma con mayor número de unidades productoras (casos) agrupados. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	72
<b>Figura 7.</b>	Extensión de terreno que posee (ha): 19Etc. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017. ASEF	73
<b>Figura 8.</b>	Tipos de cultivos en unidades productoras altoandinos. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	74
<b>Figura 9.</b>	Área total del cultivo de tarwi (ha): 22Actw. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017. ASEF	74
<b>Figura 10.</b>	Fuente de abastecimiento de agua: 41Faa. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017. FAP	75
<b>Figura 11.</b>	Actividad a la que se dedica la familia: 15Adf. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017. ASEA	75
<b>Figura 12.</b>	Análisis de la Dimensión Económica. Sustentabilidad total general. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	82
<b>Figura 13.</b>	Análisis de la Dimensión Económica. Sustentabilidad por localidad. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	83
<b>Figura 14.</b>	Análisis de la Dimensión Ecológica. Sustentabilidad total general. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	84
<b>Figura 15.</b>	Análisis de la Dimensión Ecológica. Sustentabilidad por localidad. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	84
<b>Figura 16.</b>	Análisis de la Dimensión Socio-Cultural. Sustentabilidad por localidad. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	85
<b>Figura 17.</b>	Rendimiento esperado de los componentes de rendimiento (RCR). Análisis individual. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )	87
<b>Figura 18.</b>	Rendimiento esperado de los componentes de rendimiento (RCR) y de cosecha de campo (Rha). Análisis combinado. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )	89

<b>Figura 19.</b>	Componentes de rendimiento. Vainas restantes por planta (VRP), vainas totales por planta (VTP). Análisis individual. Genotipos avanzados de tarwi. EEA Santa Ana. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )	92
<b>Figura 20.</b>	Componentes de rendimiento. Peso de 100 granos. Análisis individual. Genotipos avanzados de tarwi. EEA Santa Ana. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )	92
<b>Figura 21.</b>	Componentes de rendimiento por ambiente. Análisis combinado. Genotipos avanzados de tarwi. EEA Santa Ana. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )	94
<b>Figura 22.</b>	Componentes de rendimiento por genotipo. Análisis combinado. Genotipos avanzados de tarwi. EEA Santa Ana. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )	95
<b>Figura. 23.</b>	Días al 50% de floración. Genotipos avanzados de tarwi. Análisis individual. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )	97
<b>Figura. 24.</b>	Regresión lineal de días a la floración. Cruz Pampa. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	100
<b>Figura 25.</b>	Componentes de adaptación ambiental. Genotipos avanzados de tarwi. Análisis combinado. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )	101
<b>Figura 26.</b>	% de daño por heladas al grano. Genotipos avanzados de tarwi. Análisis individual. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )	103
<b>Figura 27.</b>	% de daño por heladas al grano. Genotipos avanzados de tarwi. Análisis combinado. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )	105
<b>Figura 28.</b>	% de daño “Gorgojito negro de los Andes” (A) y por “Copitarsia” (B). Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	106
<b>Figura 29.</b>	% de daño “Agrotis” (A) y por “Liriomyza” (B). Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	107
<b>Figura 30.</b>	% de daño “Roya” (A), “Antracnosis (B) y por “Marchitez” (C). Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	109
<b>Figura 31.</b>	Gráfico “biplot” de la contribución de interacción genotipos con ambientes respecto a los dos primeros ejes de los componentes del modelo AMMI para días al 50% de floración. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	113
<b>Figura 32.</b>	Gráfico “biplot” de la contribución de interacción genotipos con ambientes respecto a los dos primeros ejes de los componentes del modelo AMMI para peso de cien granos. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	114

**Figura 33.** Gráfico “biplot” de la contribución de interacción genotipos con ambientes respecto a los dos primeros ejes de los componentes del modelo AMMI para daño por heladas al grano. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Encuesta para caracterizar el cultivo de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	137
<b>Anexo 2.</b>	Encuesta para evaluar la sustentabilidad de las unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	140
<b>Anexo 3.</b>	Indicadores de caracterización. Coeficientes de variación Aspecto Socio Económico del Agricultor. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	143
<b>Anexo 4a.</b>	Indicadores de caracterización. Coeficientes de variación Aspecto Socio Económico de la Finca. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	146
<b>Anexo 4b.</b>	Indicadores de caracterización. Coeficientes de variación Aspecto Socio Económico de la Finca. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	149
<b>Anexo 5.</b>	Indicadores de caracterización. Coeficientes de variación Factores Ambientales del Predio. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	152
<b>Anexo 6.</b>	Indicadores de evaluación. Dimensión Económica (IK). Sustentabilidad de las unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	155
<b>Anexo 7.</b>	Indicadores de evaluación. Dimensión Ecológica (IE). Sustentabilidad de las unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	158
<b>Anexo 8.</b>	Indicadores de evaluación. Dimensión Socio-Cultural (ISC). Sustentabilidad de las unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	161
<b>Anexo 9.</b>	Promedio de evaluación de la Sustentabilidad. Unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017	164
<b>Anexo 10.</b>	Datos originales del rendimiento de granos. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	167
<b>Anexo 11a.</b>	Datos originales de los componentes de rendimiento. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	168
<b>Anexo 11b.</b>	Datos originales de los componentes de rendimiento. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	169
<b>Anexo 12.</b>	Datos originales de los componentes de adaptación ambiental. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	170
<b>Anexo 13.</b>	Datos originales de daños por plagas insectiles, enfermedades foliares y heladas. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	171
<b>Anexo 14.</b>	Análisis de varianza para % de emergencia. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	172
<b>Anexo 15.</b>	Análisis de varianza para altura de planta. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	173

<b>Anexo 16.</b>	Análisis de varianza para días al 50% de floración. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	174
<b>Anexo 17.</b>	Análisis de varianza para los componentes de adaptación ambiental. Diseño Bloques Completos al Azar (combinado). Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	175
<b>Anexo 18.</b>	Análisis de varianza para número de plantas por ha. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.	176
<b>Anexo 19.</b>	Análisis de varianza para número de vainas del eje central. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	177
<b>Anexo 20.</b>	Análisis de varianza para número de vainas restantes por planta. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	178
<b>Anexo 21.</b>	Análisis de varianza para número de granos por vaina. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	179
<b>Anexo 22.</b>	Análisis de varianza para peso de 100 granos. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	180
<b>Anexo 23.</b>	Análisis de varianza para los componentes de rendimiento. Diseño Bloques Completos al Azar (combinado). Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	181
<b>Anexo 24.</b>	Análisis de varianza, rendimiento de granos (componentes de rendimiento). Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	182
<b>Anexo 25.</b>	Análisis de varianza para rendimiento de granos (cosecha directa de campo). Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	183
<b>Anexo 26.</b>	Análisis de varianza para rendimiento de granos. Diseño Bloques Completos al Azar (combinado). Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	183
<b>Anexo 27.</b>	Análisis de varianza para efecto de heladas a la planta. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	184
<b>Anexo 28.</b>	Análisis de varianza para efecto de heladas al grano. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	185
<b>Anexo 29.</b>	Análisis de varianza para efecto de heladas. Diseño Bloques Completos al Azar (combinado). Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	185
<b>Anexo 30.</b>	SAS: Análisis AMMI. Diseño de Bloques Completos al Azar. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016	186

## RESUMEN

El ecosistema andino, presenta heterogeneidad entre las Unidades Productoras con Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) (UPT), siendo necesario su análisis, con el objetivo de evaluar la sustentabilidad como cultivo subutilizado en la zona altoandina del valle del Mantaro-Junín. Fueron los ambientes de Quicha Grande, Acolla, Cruz Pampa, Hualahoyo y Matahulo, donde se determinaron, su caracterización, sustentabilidad y establecimiento de genotipos. La rotación de factores, generó tres variables sintéticas, recursos del predio, realidad socio-ambiental y dimensión social; la variable, extensión de terreno de cultivo, fue la más influyente que explica el problema de caracterización. El índice de sustentabilidad general, satisfacen las condiciones de sustentabilidad, alcanzando las 3/4 partes porcentuales de las UPT como sustentables. Las dimensiones, por dominio de recomendación (ambientes) indicaron ser sustentables y sus puntos críticos en la dimensión económica, fue la superficie de producción de autoconsumo, en la ecológica, el manejo de cobertura vegetal y en socio-cultural, acceso a salud y cobertura sanitaria. De los genotipos que puedan aportar al desarrollo sustentable, en rendimiento, el ecotipo del agricultor superó a los demás en Matahulo, Acolla y Cruz Pampa, mostrando mayor precocidad y tolerancia a heladas en Acolla; el ecotipo E-08-0501 superó a todos en Hualahoyo, promoviendo además mayor rendimiento y precocidad y, con reacción ligera a las enfermedades foliares en los ambientes. En los componentes de rendimiento, los ecotipos E-08-0501 y E-08-1576 tuvieron un comportamiento estable en los cuatro ambientes aun cuando existió heterogeneidad entre ellas, este último ecotipo alcanzó mayor altura de planta y Acolla influyó en alcanzar ésta, además fue tolerante a heladas en Cruz Pampa. Todos los ecotipos reportaron baja incidencia de daño de las plagas, “Gorgojito negro de los Andes” (*Adioristus* spp, *Scoetoborus* sp y *Cylydrorhinus* sp) y *Agrotis* sp. La “roya” (*Uromyces lupini*) y la “marchitez” (*Rhizoctonia solani*) mostraron daño moderada en ambientes.

**Palabras claves:** Tarwi, caracterización, sustentabilidad, ambiente, estabilidad.

## ABSTRACT

The Andean ecosystem presents heterogeneity among the Production Units with Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) (UPT), its analysis is necessary, with the objective of evaluating sustainability as an underutilized crop in the Andean highlands of the Mantaro valley-Junín. Were the environments of Quicha Grande, Acolla, Cruz Pampa, Hualahoyo and Matahulo, where they were determined, their characterization, sustainability and establishment of genotypes. The rotation of factors, generated three synthetic variables, farm resources, socio-environmental reality and social dimension; the variable, extension of cultivation land, was the most influential that explains the problem of characterization. The general sustainability index satisfies the conditions of sustainability, reaching 3/4 percentage points of the UPT as sustainable. The dimensions, by domain of recommendation (environments) indicated to be sustainable and its critical points in the economic dimension, was the production surface of self-consumption, in the ecological, the management of plant cover and in socio-cultural, access to health and coverage sanitary. Of the genotypes that can contribute to sustainable development, in yield, the ecotype of the farmer surpassed the others in Matahulo, Acolla and Cruz Pampa, showing greater precocity and tolerance to frost in Acolla; the ecotype E-08-0501 surpassed everyone in Hualahoyo, also promoting greater yield and precocity and, with a slight reaction to foliar diseases in environments. In the components of yield, the ecotypes E-08-0501 and E-08-1576 had a stable behavior in the four environments even though there was heterogeneity between them, the latter ecotype reached higher plant height and Acolla influenced to achieve this, in addition he was tolerant of frost in Cruz Pampa. All the ecotypes reported a low incidence of damage from the pests, "Black weevil of the Andes" (*Adioristus* spp, *Scoetoborus* sp and *Cylydrorhinus* sp) and *Agrotis* sp. The "rust" (*Uromyces lupini*) and the "wilt" (*Rhizoctonia solani*) showed moderate damage in environments.

**Keywords:** Tarwi, characterization, sustainability, environment, stability.



## I. INTRODUCCIÓN

El tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), es una “fabácea” que ostenta apreciables cualidades nutritivas, posee alto contenido de proteínas, fibras y grasas no saturadas, con innumerables aplicaciones en el consumo humano y animal (Alva et al., 2013). La fijación biológica de nitrógeno se considera como una gran alternativa para lograr una agricultura sostenible (Lezama, 2010), y en el tarwi, la raíz desarrolla un proceso de simbiosis con bacterias nitrificantes que forman nódulos con cepas de rizobios con gran efectividad y correlacionada con plantas vigorosas y productivas (Jacobsen y Mujica, 2006). Cuenta con alcaloides, utilizado como pesticida orgánico, convirtiéndole en un producto nutraceútico (Chirinos-Arias, 2015) que, en un futuro cercano se convierta en una alternativa imperiosa que contribuirá con la seguridad alimentaria nacional e internacional y el desarrollo de las regiones productoras.

En el Perú se cultiva en las zonas andinas, con influencia de la Cordillera de los Andes (Lezama, 2010); cultivo nativo, con crecimiento óptimo entre 500-3800 msnm, zona agroecológica Yunga, Quechua y Suni (Tapia, 2000). Las tres regiones donde se ubica geográficamente el tarwi según su producción nacional son: La Libertad (29 por ciento), Cusco (22 por ciento) y Puno (12 por ciento), siendo, La Libertad la región con mayor producción nacional (4107 toneladas-t), le siguen Cusco (3080 t), Puno (1693 t), Apurímac (1463 t) y Huánuco (1011 t), juntos representan el 80 por ciento de la producción nacional; con menor aporte, Ancash, Huancavelica, Junín, Cajamarca, Ayacucho y Amazonas, quienes producen el resto porcentual, con rendimiento promedio de 2.161 t.ha<sup>-1</sup> (MINAGRI, 2017).

Sin embargo, su uso como alimento en el valle del Mantaro-Junín, está en descenso, desconociéndose las potencialidades y posibilidades tecnológicas de manejo sustentable que ofrece esta fabácea, requiriendo estudios de caracterización y sustentabilidad sobre la base de agronomía y demostrar que su cultivo es factible a gran escala y consolidar el valor agregado; de lo contrario quedará relegado a una producción limitada a jardines andinos.

Además, se observa un alto grado de heterogeneidad entre las explotaciones agropecuarias, éstas, son diversas, con diferentes caracteres físicos, socioeconómicos o técnicos (Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005), siendo necesarios tipificar las unidades productoras con tarwi explicadas por innumerables variables que actúan en conjunto. Tarea inaplazable y responde a la necesidad de formar individuos que construyan sus conocimientos, para el bienestar familiar y social, con dignidad humana, en equidad y respetuoso equilibrio con la naturaleza de su entorno (Reyes-Sánchez, 2006). Por otro lado, la sustentabilidad es un concepto complejo en sí mismo porque pretende cumplir con varios objetivos en forma simultánea que involucran dimensiones productivas, ecológicas o ambientales, sociales, culturales, económicas y, fundamentalmente, temporales; por su complejidad no existen parámetros ni criterios universales o comunes de evaluación (Sarandón, 2002). Asimismo, un objetivo central en los programas de mejora es la evaluación de respuesta fenotípica, en términos generalmente de rendimiento de un conjunto de variedades o líneas avanzadas, o un rango amplio de condiciones agroecológicas, llevadas a cabo ensayos en múltiples localidades y/o durante varios años, evaluadas como un conjunto de genotipos (**G**) en una muestra de condiciones ambientales (**A**) que representan lo mejor posible a la región donde puedan cultivarse comercialmente (Romagosa et al., 2008).

En este contexto, dada las dificultades de caracterización y sustentabilidad de las unidades productoras con tarwi, y no existiendo trabajos de esta naturaleza ni material genético nuevo en la zona alto andina del valle del Mantaro y a nivel nacional, se desarrolló la presente investigación con los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Evaluar la sustentabilidad del tarwi como cultivo subutilizado en la zona altoandina del valle del Mantaro-Junín.

Objetivos específicos:

- Caracterizar las unidades productoras con tarwi en el valle del Mantaro
- Evaluar la sustentabilidad de las unidades productoras con tarwi en el valle del Mantaro
- Evaluar la respuesta de los genotipos avanzados de tarwi en cuatro localidades del valle del Mantaro.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 EL TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet)

#### 2.1.1 Situación General

El Perú está considerado como un país mega diverso por su alta diversidad biológica y gran variabilidad de ecosistemas; razones suficientes para que, pese a estudios realizados hasta ahora, no conozcamos con certeza el número real de especies que habitan en nuestro país (Lezama, 2010). El cultivo de leguminosas que incluye un conjunto de especies que pertenecen a la familia Fabaceae (Papilionaceae, en la sistemática antigua) y que se cultivan principalmente por sus semillas, dentro de una agricultura cada vez más racional y respetuosa con el medio ambiente, y como alternativa al monocultivo, tiene hoy un interés indiscutible (González, 2001). El Proyecto de Conservación *In Situ* de Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres en el Perú, identificó “microgenocentros de diversidad”, permitiendo el registro y recopilación de información agrícola referida a once cultivos prioritarios en regiones con alta concentración en diversidad genética, además de 19 especies asociadas, tales como el tarwi (*Lupinus mutabilis*), asociadas a la oca, olluco y mashua (Ruiz, 2009).

En el Perú, el tarwi, se siembra en las regiones andinas, sin embargo, algunas crecen también de manera espontánea en terrenos abandonados, probablemente a partir de las semillas que quedan en el campo después de su apertura, crece espontáneamente entre plantas de *Astragalus garbancillo* (Fabaceae), *Bidens pilosa*, *Rubus robustus* (Rosaceae), *Rumex acetosella*, *R. crispus* (Polygonaceae), *Pennisetum clandestinum* (Poaceae), *Verbena litoralis* (Verbenaceae), *Buddleja incana* (Loganiaceae), desde los 3300-3400 msnm (Lezama, 2010).

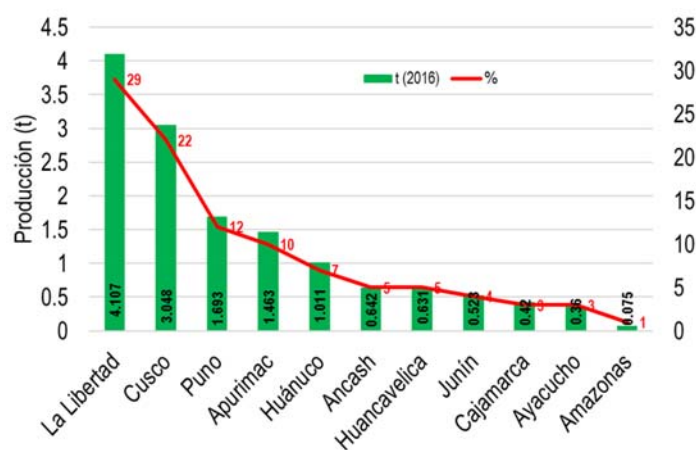
Tapia (2000) describe las especies vegetales alimenticias nativas domesticadas o cultivadas en época prehispánica en los Andes Centrales, citando al tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis*) como cultivo nativo, con altitud de crecimiento óptimo entre 500-3800 msnm y zona agroecológica Yunga, Quechua y Suni.

FAO (1986) citado por FAO (s.f); Suca y Suca (2015), mencionan que, el chocho o tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es originario de la zona andina de Sudamérica, única especie americana del género *Lupinus* domesticada y cultivada como una leguminosa. Su distribución comprende desde Colombia hasta el norte de Argentina, aunque actualmente es de importancia sólo en Ecuador, Perú y Bolivia. Un estudio realizado para determinar la importancia de los cultivos andinos en sus países de origen permitió determinar que en Perú, Bolivia, Ecuador y Chile el chocho se constituía en un rubro prioritario, mientras que en Argentina y Colombia constituía un rubro de prioridad media. Tapia y Fries (2007), citan los nombres comunes por regiones o lugares como, *lupino*, lupino amargo en español; *chocho* (norte del Perú, Ecuador y Colombia); *tarwi* o tarhui (quechua, parte central y sur del Perú); *tauri* (aymara, alrededor del lago Titicaca en Perú y Bolivia); *chuchus muti* (quechua, Cochabamba, Bolivia). La denominación en inglés *Andean lupin* o *pearl lupin*, ha sido usada en diferentes eventos internacionales.

Al grano del tarwi, se está considerando como un cultivo internacionalmente prometedor, especialmente en Perú, donde su producción está creciendo desde que comenzó a ser incentivada, la demanda internacional ha propiciado que Chile esté aumentando sus niveles de exportación del tarwi o chocho, por lo tanto, ese requerimiento viene dinamizando la producción del tarwi en la región de Trujillo-Perú (Mohme, 2014). Sin embargo, desde hace 500 años, su cultivo, al igual que otros granos andinos, ha disminuido, siendo 687 hectáreas mundiales el nivel más bajo registrado (Camarena et al., 2012). En el Perú se cultiva en las zonas que tienen influencia de la Cordillera de los Andes (Lezama, 2010), destacando, Cajamarca, Ancash, Valle del Mantaro, Ayacucho, Cusco y Puno. Sierra Norte 23 por ciento (Cajamarca, La Libertad y parte de Amazonas); Sierra Central 42 por ciento (Ancash, Huánuco y Junín) y Sierra Sur 35 por ciento (Cuzco, Puno y Apurímac). Sierra de Junín (Huancayo, Valle del Mantaro). Según la estadística dada por MINAGRI (2017), indican que, las tres principales regiones donde se ubica geográficamente el tarwi según su producción nacional son: La Libertad (29 por ciento), Cusco (22 por ciento) y Puno (12 por ciento).

La **Figura 1** muestra las regiones más productivas de tarwi en el Perú (2016), siendo La Libertad la región con la mayor producción nacional (4107 t). Le siguen Cusco, Puno, Apurímac y Huánuco con 3048, 1693, 1463 y 1011 t, respectivamente; que juntos representan el 80% de la producción nacional, con menor aporte se encuentran las regiones

de Ancash, Huancavelica, Junín, Cajamarca, Ayacucho y Amazonas, las cuales juntas producen el resto porcentual del total nacional, todas las regiones, ubicadas básicamente a lo largo de la cordillera de los Andes.



**Figura 1:** Principales regiones productoras de tarwi en el Perú  
(Adaptado de MINAGRI 2017)

El rendimiento promedio del tarwi en el Perú en el 2014 fue de 1.2 t.ha<sup>-1</sup> (SIEA, 2015), Enriquez Ralde (2015) citado por Suca y Suca (2015), mencionan que, el MINAG del Perú reportó un rendimiento de 1.3 t.ha<sup>-1</sup>, sin embargo, ya para el año 2012, el rendimiento promedio del tarwi en el Perú ascendió a 1.216 t.ha<sup>-1</sup>, manteniendo un rendimiento similar al de la quinua, kiwicha y cañihua al año 2012 (MINAGRI, 2013) citado por Alva et al. (2013); mientras que MINAGRI (2017) reporta un rendimiento de 2.161 t.ha<sup>-1</sup>. Estos rendimientos demuestran que la productividad actual del tarwi es muy similar a las leguminosas más conocidas y consumidas en el Perú, como frijol (1.2), pallar (1.7), zarandaja (1.2), garbanzo (1.2), lenteja (1.0), haba (1.4) y arveja (1.1) (Suca y Suca, 2015). En relación a una productividad ideal, Cremer (1983) citado por Suca y Suca (2015), menciona que bajo condiciones óptimas se puede obtener hasta 7500 kg.ha<sup>-1</sup>, rendimiento superior a lo citado por Jacobsen y Mujica (2006), quienes indican que el cultivo de tarwi puede rendir entre 3500 a 5000 kg.ha<sup>-1</sup>, si se conduce adecuadamente con sus requerimientos proporcionados de manera oportuna.

Dado su riqueza en proteínas, básicamente aminoácidos esenciales, aceites y carbohidratos, el consumo del “chocho” es una alternativa frente a la desnutrición, no solo para el poblador andino, sino para la población en general, pudiendo obtenerse diversos productos derivados; e inclusive para la preparación de alimentos para animales (Lezama, 2010), desde el punto

de vista científico, a través de estudios genéticos sabemos que la simbiosis entre fabáceas y bacterias noduladoras de la raíz, presentan una serie de etapas relacionadas, producto de una coevolución, por lo cual existe especificidad al menos entre algunas asociaciones, aunque otras sean menos específicas (Thompson, 2003) citado por Lezama (2010).

En el marco del Día Mundial de la Población, el Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI, da a conocer (30 de junio de 2016), que el Perú tiene una población de 31 488 625 personas: 50.1 por ciento hombres y 49.9 por ciento mujeres. La superficie ocupada por la población es de 1 285 216 km<sup>2</sup>, siendo el decimonoveno país más extenso del mundo, con una densidad poblacional de 24.5 personas/km<sup>2</sup>. Cuenta con tres regiones naturales y territorialmente se divide en 24 regiones, cuyo porcentaje poblacional no necesariamente es equivalente con la superficie habitada. En la región Costa reside el 55.9 por ciento de habitantes, en la Sierra, 29.6 por ciento y la Selva, 14.5 por ciento; sin embargo, la desnutrición crónica infantil en niños menores de cinco años fue de 17.5 por ciento (Alva et al., 2013), aun cuando existe una disminución de 6.3 por ciento respecto al año 2009, continua alta en las zonas rurales con 32.3 por ciento (INIE, 2017). Estadísticas que obliga reducir la desnutrición infantil mejorando la alimentación en la zona andina lugar donde se cultiva granos andinos, como el tarwi o chocho, altamente nutritivos, que bien utilizados puede contribuir a mejorar la nutrición principalmente de la población infantil.

El valor nutricional y alimentario del chocho se respalda en su contenido de proteína (51 por ciento), fibra (13 por ciento), calcio (0.37 por ciento), hierro (61 ppm), zinc (92 ppm), grasa (21.9 por ciento), isoflavonas, entre otros; en la alimentación, el chocho se puede utilizar en un sinnúmero de formas; en grano entero y procesado, en preparaciones con sal y dulces (Peralta y Villacrés, 2015) citado por FAO (2016). Del conocimiento popular y saberes ancestrales, se reportan usos medicinales para disminuir los dolores musculares al aplicar emplastos con el agua desamargado, o puede eliminar los parásitos externos de los animales (Jacobsen y Mujica, 2006), es decir, con múltiples aplicaciones en el consumo humano, animal, y como pesticida orgánico protegiéndolo de garrapatas y piojos, sin embargo, el agua utilizada en el desamargado, por su alto nivel de alcaloides, es tóxica para los peces que son afectados por los desechos de este concentrado (Tapia y Fries, 2007; Alva et al., 2013). En la literatura actual, se reconoce que los oligosacáridos del lupino previenen el estreñimiento, reducen el colesterol y la presión sanguínea; las isoflavonas, disminuyen el riesgo de ciertos tipos de cáncer, la osteoporosis y enfermedades cardiovasculares (Berti, Villacrés, Segovia,

Mazón, y Peralta (2013) citados por FAO (2016). Estudios clínicos realizados en Ecuador, reportan que tanto el grano desamargado, como los extractos de alcaloides tuvieron efecto en la disminución de los niveles de glucosa en pacientes con diabetes mellitus tipo II (Fornasini et al., 2012) citado por FAO (2016). También presenta un potencial ornamental, debido a que sus flores cambian de color desde un azul claro hasta uno muy intenso, de ahí el nombre de la especie *mutabilis* (Chirinos-Arias, 2015).

Según Rivera (1995) citado por Alva et al. (2013), las posibilidades en el uso del tarwi, tanto para la alimentación humana como animal, son extensas. En la actualidad, dentro de los usos para la alimentación humana, existen tres tipos: (a) como alimento en grano desamargado y cocido, en sopas y salsas; (b) como alimento procesado en forma de harina, que es usado para la industria de panificación; y (c) en aceite, como un producto derivado. Por otro lado, FAO (s.f.), cita que el grano de chocho, se puede consumir, además, como producto fresco en sopas, ceviches, ajíes y elaborado como leche vegetal, a la fecha se han validado al menos 60 recetas a base de chocho, siendo un buen sustituto de productos de origen animal como carne, leche y huevos. Características que lo convierten al tarwi como un producto en una poderosa alternativa que contribuirá con la seguridad alimentaria y el desarrollo de las regiones productoras (Alva et al., 2013), así, Camarena et al. (2012) enfatizaron, por un lado, la similitud entre el perfil de nutrientes del tarwi y la soya, cultivo de fama mundial, y, por el otro, identificaron la relación directa existente entre el valor de las proteínas y la cantidad de alcaloide. Asimismo, Suca y Suca (2015) citan que, sus semillas del tarwi contienen más proteínas que la soya, éstas son considerados como leguminosas de contenido medio de aceite, por ello son fuentes oleaginosas; mientras que el frijol y la lenteja son leguminosas almidonosas, por tener altos contenidos de carbohidratos (almidón y fibra) que representa un poco más del doble de los que representa el tarwi y la soya, por ello, el contenido graso del tarwi, ha despertado el interés por conocer mejor sus propiedades funcionales.

Por otro lado, la producción de tarwi genera un impacto positivo y negativo en el ambiente, su efecto positivo, es que enriquece el suelo donde es cultivado a través de la fijación del nitrógeno, y representa un aporte para el cultivo siguiente, su efecto negativo, es el proceso productivo artesanal en la fase de eliminación de los alcaloides, a través del lavado en río, lo cual produce una contaminación severa del agua y daños en el ecosistema (Tapia y Fries, 2007; Alva et al., 2013).

En conclusión, lamentablemente, no se le ha dado a esta especie la importancia que merece, en parte por la escasa difusión de sus propiedades nutraceuticas y por la presencia de alcaloides que dan sabor amargo a las semillas y limitan su consumo (Chirinos-Arias, 2015); Castañeda et al. (2008), indican que, el tarwi es rico en proteína y grasas y como probiótico podría ser usado como complemento en los productos lácteos similares al mercado de la dieta en el Perú.

El tarwi se encuentra en una etapa precaria y de introducción, pues, el grano es utilizado por los pobladores indígenas altoandinos, mayormente para el autoconsumo, y su producción se ha mantenido estable, pero reducida a lo largo de los años, comparado con otros productos andinos como el maíz; el tema de responsabilidad social y ambiental cobra vital importancia, pues representa una forma de trabajo y subsistencia del campesino andino, además, podría contribuir a la alimentación de la población peruana, que, en gran medida, carece de una nutrición adecuada. El desarrollo adecuado del cultivo representa, entonces, una oportunidad de mejorar la calidad de vida de los productores más pobres del Perú (Alva et al., 2013).

### **2.1.2 Descripción botánica**

Dentro de la familia *Fabaceae* Lindl., uno de los géneros de importancia es *Lupinus mutabilis*, con alrededor de 200 especies en el continente americano siendo de mayor diversidad genética comparado con las especies europeas. En el Perú, el tarwi registra más de 145 variedades (Alva et al., 2013) con características propias de su capacidad simbiótica para fijar el nitrógeno atmosférico. En el distrito de Corongo-Ancash, registraron diez especies del género *Lupinus* (Lezama, 2010). El chocho es autógama y de polinización cruzada, pudiendo alcanzar hasta el 40 por ciento de alogamia (Tapia et al., s.f.). Camarena et al. (2012) reportan al tarwi con 5 a 10 por ciento de polinización cruzada. Sobre esta base, Chirinos-Arias et al. (2015) afirman que, la variabilidad genética de esta planta sea mayor, por lo que es indispensable el estudio de la planta a nivel molecular y, que mediante el uso de la biotecnología con el uso de marcadores genéticos (marcadores moleculares), comprobó alta variabilidad genética, observándose un polimorfismo relativamente alto para la especie autógama *L. mutabilis*. Lescano (1994) citado por Alva et al. (2013), mencionan que las variedades de tarwi en el Perú son, K'aira, Cusco, Precoz Puno, Huancayo H-6 y Andenes 80. Camarena et al. (2012) recomiendan para Junín, los ecotipos H1, H6 y Yanamucllo.



Sus semillas del tarwi son usadas en la alimentación humana, ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites (Jacobsen y Mujica, 2006). Presentan ácidos grasos esencialmente como el oleico (Omega 9), linoleico (Omega 6) y linolénico (Omega 3) que representan el 40.4 por ciento, 37.1 por ciento y 2.9 por ciento del total respectivamente (Jacobsen y Mujica, 2006; Borek *et al.*, 2009; Gross *et al.*, 1988) citados por Chirinos-Arias (2015). Además, muestran amplia diversidad genética con gran variabilidad de planta, adaptación a suelos, precipitación, temperatura, altitud y periodo vegetativo. Varía en precocidad, contenido en proteínas, aceites, alcaloides, rendimiento y tolerancia a plagas y enfermedades. El color del grano, planta y flor es variable; utilizada por los antiguos peruanos como parte importante de su dieta diaria (Camarena *et al.*, 2012).

El *Lupinus mutabilis* Sweet, pertenece a la división *Magnoliophyta*, clase *Magnoliopsida*, orden *Fabales*, familia *Fabaceae*, subfamilia *Papilionoideae* (Ceroni, 2003) siendo su género *Lupinus* el más abundante de la familia; especie: *Lupinus mutabilis* (Sbabou *et al.*, 2010; Lezama, 2010). Planta anual, crece en valles templados y áreas altoandinas; muy resistente al ataque de insectos. Es una fabácea herbácea erecta. Raíz pivotante, profunda, pudiendo extenderse hasta los 3 m. Tallo, robusto, leñoso, de 0.5 a 2 m de altura. Hojas compuestas de ocho folíolos ovalados a lanceolados. Inflorescencia racimosa con flores zigomorfas y papilionácea; cáliz, profundamente bilabiado, 2-3 dentados y corola grande de 1 a 2 cm con alas, quillas y estandarte (cinco pétalos) de colores e intensidades distintas, generalmente amarillo, azul, púrpura a morado, rara vez blanco; el estandarte generalmente con diferente coloración en su banda marginal, manchas centrales y región intermedia de colores variados; estambres monodelfos con 10 anteras (Lezama, 2010; Gross *et al.*, 1988). Semillas incluidas en una vaina y varían de forma (redonda, ovalada a casi cuadrangular), miden de 0.5 a 1.5 cm; en número de 3 a 8 semillas por vaina (Tapia *et al.*, s.f.), de colores que incluyen blanco, amarillo, gris, ocre, pardo, castaño, marrón.

Las semillas son excepcionalmente nutritivas (Miano *et al.*, 2015), es una fuente excepcional de amino ácidos esenciales, posee un considerable contenido de lípidos buenos para la salud (Suca y Suca, 2015). Las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos muestran que la proteína varía de 41- 51 por ciento y el aceite de 14-24 por ciento (Gross *et al.*, 1988). La composición de ácidos grasos del aceite de tarwi es muy similar al del maní y algo diferente al de la soya. El aceite de tarwi

no contiene ácido erúxico como sus parientes mediterráneos (como *L. angustifolius*), lo cual es una ventaja ya que este ácido es potencialmente tóxico (Suca y Suca, 2015). En base a análisis bromatológico, posee en promedio 35.5 por ciento de proteína, 16.9 por ciento de aceites, 7.65 por ciento de fibra cruda, 4.145 por ciento de cenizas y 35.77 por ciento de carbohidratos, encontrando correlación positiva entre proteína y alcaloides, mientras que es negativa entre proteína y aceite. La proteína del tarwi contiene cantidades adecuadas (ricas) de lisina y cisteína (Gross et al., 1988; Salmanowics, 1999 citado por Suca y Suca, 2015), pero tiene únicamente 23 a 30 por ciento de la metionina requerida para el óptimo crecimiento de los animales; sin embargo, el principal obstáculo para utilizar el tarwi como fuente proteínica ha sido su alto contenido de sustancias amargas conocidas como alcaloides, éstas quinolizidinas, se extrae después de un proceso de desamargado con varios días de tratamiento, que consiste en un proceso de cocción y remojo a fin de extraer los alcaloides y hacerlos comestibles los granos, siendo la lupanina como el alcaloide principal con el 80% del total de alcaloides presentes (Gross et al., 1988). Tapia (2000) manifiesta que, con el desamargado, los granos de *Lupinus mutabilis* pueden utilizarse sin problemas en la alimentación humana, siempre que se haya reducido su contenido de alcaloides hasta un límite aceptable. Suca y Suca (2015) concluyen que, los granos desamargados de tarwi pueden jugar un rol importante en la nutrición humana como una fuente importante tanto de proteínas como de calorías.

En cuanto a su hidratación, sus granos siguen una conducta sigmoideal, demostrado por la testa de la semilla y la primera distribución de agua en ella, dado que la capa de la semilla tiene como función de controlar la ingesta de agua en el grano por impermeabilización, reduciendo la tasa de absorción de agua casi seis veces y permite una mayor capacidad de retención de agua en función de la temperatura (Miano et al., 2015).

Los estados fenológicos del tarwi, según Caicedo y Peralta (2001), basado en Gross (1982) citado por Camarena et al. (2012), mencionan seis etapas fenológicas y las definiciones de éstas, determinan los diferentes estados vegetativos de la planta de tarwi desde la siembra hasta la cosecha, que a continuación se detalla:

- Primera etapa: *emergencia*, cuando los cotiledones emergen del suelo
- Segunda etapa: *cotiledonar*, cuando los cotiledones empiezan a abrirse en forma horizontal a ambos lados, aparecen los primeros folíolos enrollados en el eje central.

- Tercera etapa: *desarrollo*, desde que aparecen las hojas verdaderas hasta la presencia de la inflorescencia de 2 cm de longitud.
- Cuarta etapa: *reproductivo*, desde el inicio de la floración hasta la madurez completa de la vaina.
- Quinta etapa: *envainamiento*, formación de las vainas de 2 cm de longitud
- Sexta etapa:  *cosecha*, maduración del grano (grano seco)

### 2.1.3 Agronomía del tarwi

El cultivo del tarwi o chocho se desarrolla generalmente entre los 2800 a 3500 msnm, Chávez (2014), lo ubica en zonas templadas y frías del altiplano boliviano-peruano, en valles interandinos de 2000-3850 msnm, aunque experimentalmente se han obtenido buenos rendimientos a nivel del mar; en zonas con baja precipitación (300 a 600 mm; FAO, 2016) 350-850 mm, siendo cultivado exclusivamente en condiciones de secano. Dependiendo de la altitud y de la variedad sembrada, el ciclo de cultivo oscila entre 180 a 240 días. Tradicionalmente, los agricultores lo siembran asociado con otros cultivos, sin labranza y sin labores culturales (FAO, 2016). Es susceptible al exceso de humedad y moderadamente susceptible a la sequía durante la floración y envainado. No tolera las heladas en las fases iniciales y en la formación de vainas (Mujica, 1977) citado por Chávez (2014). Las heladas atrasan la floración y otro factor ambiental desfavorable son las granizadas que pueden provocar un aborto de flores y dañar las vainas (Tapia y Fries, 2007).

El chocho o tarwi es reconocido como una de las leguminosas más eficientes en la fijación de nitrógeno atmosférico (capaz de fijar 400 kg.ha<sup>-1</sup> por ciclo de cultivo; FAO, s.f.) y uno de los mejores abonos verdes; así como por su adaptación y tolerancia a suelos pobres y marginales, sequía y bajas temperaturas (Casa, 2014) citado por FAO (2016); Lezama (2010), refiere que, como cualquier cultivo, su rendimiento depende del suelo en que se cultive; sin embargo, desarrolla mejor en suelos franco y franco arenoso, igualmente crece bien en suelos salinos de laderas de baja fertilidad (Tapia y Fries, 2007; Lezama, 2010; Chávez, 2014), con pH entre 5-7 y con adecuada humedad, además de requerir un balance adecuado de nutrientes, aunque no necesita elevados niveles de nitrógeno, pero sí la presencia de fósforo y potasio (Lezama, 2010). Lo que no resiste el tarwi son los suelos pesados y donde se puede acumular humedad en exceso (Chávez, 2014); en la raíz se desarrolla un proceso de simbiosis con bacterias nitrificantes que forman nódulos de

variados tamaños habiéndose encontrado cepas de rizobios con gran efectividad y su presencia está siempre correlacionada con plantas vigorosas y productivas (Jacobsen y Mujica, 2006). Los patrones de localización de los nódulos bacterianos, su coloración, forma, tamaño y ornamentación externa son un indicador de su importancia taxonómica, en *Lupinus mutabilis*, los nódulos se encuentran tanto en la raíz secundaria como terciaria, sin seguir patrones definidos, es decir se encuentran dispersos con color y ornamentos muy variados (Lezama, 2010).

*Siembra.* Según Chávez (2014), la práctica tradicional de cultivo consiste en sembrar con laboreo mínimo sobre todo en suelos delgados y zonas altas, en razón del escaso desarrollo de malezas y para dar prioridad a la conservación de la humedad, sin uso de fertilizantes ni abonos orgánicos; la densidad de siembra óptima a 0.7 m entre surcos, 0.3 m entre golpes de plantas y tres semillas por golpe, usando 80 kg.ha<sup>-1</sup> de semilla seleccionada y desinfectada contra *Colletotrichum gloesporioides* (que produce antracnosis en la planta); mientras que Camarena et al. (2012), Tapia y Fries (2007), mencionan que la siembra del tarwi se puede efectuar al voleo y en surcos, la técnica de surcos es la recomendable, porque se obtienen mejores rendimientos y puede ser en línea corrida o en golpes, con cuatro semillas por golpe a profundidad de 3 cm, empleando entre 60 a 80 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas. La técnica de cultivo mejorada consiste en sembrar en suelo previamente preparado y fertilizado con la fórmula NPK 00-60-00 o 00-80-60, de acuerdo a la fertilidad del suelo (Chávez, 2014).

*Época de siembra:* La mejor época de siembra para la zona alto andina, setiembre (setiembre a noviembre), temporada que empieza las lluvias (Tineo, 1996) citado por Alva et al. (2013). Camarena et al. (2012) mencionan que la siembra en el Perú, está determinada por las características climáticas de cada zona o región de cultivo: inicio de lluvias, altitud, latitud, y por los ecotipos que se utilizan en cada zona. En la sierra norte (Cajamarca, La Libertad y Ancash) se siembra entre setiembre a diciembre, ideal, octubre. En la sierra centro (Junín) de setiembre hasta la primera semana de octubre. Sierra sur (Cusco) de setiembre prolongándose hasta octubre, en Puno, de agosto a setiembre.

*Rotación:* El chocho es utilizado en rotaciones y asociaciones (y no como monocultivo, debido a la baja demanda existente en el mercado actual, a que existen otros cultivos más rentables y porque es usado para nutrir el suelo por la capacidad del cultivo de fijar nitrógeno en la tierra; Alva et al., 2013) de cultivos en el manejo lógico de la agricultura andina

(rotación con papa o cereales o quinua, siendo la mejor rotación quinua-tarwi-papa o quinua-tarwi-cebada o quinua-tarwi-quinua; Chávez, 2014), el tarwi como cultivo de rotación, es que presenta exigencias edafoclimáticas muy similares a la quinua, lo que no será problema al momento de sembrar tarwi en las mismas parcelas donde sembraron quinua (Suca y Suca, 2015). Camarena et al. (2012) manifiestan que, la rotación es una práctica que ayuda a conservar la fertilización del suelo y a romper el ciclo biológico de muchos patógenos que causan pudriciones de raíz, un mejor control de malezas, explotación del suelo en forma racional; recomienda rotar con cereales (cebada, quinua) y tubérculos (papa), en áreas donde este último es parte del sistema de producción del tarwi porque aprovecha el remanente del fertilizante. La rotación puede contribuir al manejo de plagas en el sistema de cultivo andino, actuando como una barrera contra el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), la plaga de papa que más demanda el empleo de plaguicidas en la Sierra (FAO, s.f.).

Según Chávez (2014), la escarda se realiza en la fase de ramificación controlando al gorgojo barrenador (*Apiun* sp) y karwua (*Epicauta latitarsis*). Franco (1991) citado por Camarena et al. (2012), indica que redujeron las poblaciones de *Epitrix* sp. y de huevos de *Globodera pallida* y que los rendimientos se incrementaron con la inclusión del tarwi en la rotación.

*Preparación del suelo:* La preparación de los suelos para la siembra varían según la textura del suelo, así como las herramientas que se utiliza. Se debe voltear la capa arable uniformemente en suelos francos a profundidad entre 20 a 30 cm (“taya”), “wachu”, cuando se forman surcos con los terrones que se voltean en suelos más o menos pesados y luego se forman los camellones más o menos altos y “chuki”, es la labranza cero, abriendo los hoyos con la chaquitaqlla para depositar las semillas. Los surcos se forman cuando la planta ha crecido. De manera general la preparación de los suelos puede ser, *tecnificada*, mediante la aradura, rastrillado y nivelación, y *tradicional*, aradura con yunta o chaquitaqlla; para el desterronado y mullido se utilizan herramientas de labranza como la “Ccupaña”. Se nivela el suelo con la ayuda de rieles o tablonos (Camarena et al., 2012).

*Semilla:* La semilla se obtiene de campos comerciales, seleccionando después de la trilla, por tamaño y conformación del grano, libre de organismos patógenos y lesiones, madurez, buen poder germinativo, pureza y vigor; considerando la determinación de “antracnosis” (enfermedad transmitida por semilla y es la más prevalente en toda la sierra), prueba que realiza con germinación de 100 semillas en bandejas con arena lavada con agua hervida, a

partir de una a dos semanas, se evalúan los tallos y cotiledones de los síntomas, que consisten en lesiones de color rojo ladrillo; al mismo tiempo se determina el poder germinativo (porcentaje de germinación); los resultados obligan de ser necesario la desinfección de las semillas con fungicidas con tecnología propia. Por otra parte, antes de iniciar la siembra es necesario tomar en cuenta la inoculación de cepas nitrificantes a la semilla a fin de disponer de las bacterias simbióticas que nitrificarán el suelo (Camarena et al., 2012).

*Control de malezas:* El tarwi debe de estar libre de malezas, principalmente los primeros 45 días de crecimiento y desarrollo. Los deshierbos pueden efectuarse a mano o con herbicidas, distinguiendo malezas de hoja ancha y angosta (gramíneas). El control de malezas de hoja ancha son las más difíciles por parecerse al tarwi, si la decisión es aplicar herbicidas, éstas deben ser bien elegidas para no afectar al cultivo, las malezas más comunes son, mostaza, amor seco, paico, yuyo, chamico, campanilla y otros, se puede controlar con el herbicida pre emergente Linuron a  $1.5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  inmediatamente después de la siembra. El control de malezas de hoja angosta (avena silvestre, kikuyo, entre otros) se puede controlar con el herbicida post emergente Fluazitop-Butil (Hache Uno Super) a razón de 0.5 a 0.75 litros por cilindro (Camarena et al., 2012).

*Aporque:* Se realiza al inicio de la formación de vainas. Usualmente, en las zonas alto andinas no se efectúa el aporque, por considerarse un cultivo secundario o complementario (Camarena et al., 2012).

*Cosecha:* La maduración desigual de vainas dificulta la cosecha, se debe esperar que complete la maduración de las vainas (Camarena et al., 2012). A la cosecha, se separan los granos de la vaina mediante golpes con palos curvos o pisoteo del ganado (en la trilla con animales se debe cuidar que estos no se lastimen las patas con los bordes cortantes de las vainas). La forma común de realizar la cosecha es segar, emparvar, trillar, aventar y almacenar, actividades laboriosas con bastante demanda de mano de obra, la trilla se complementa aventando los granos (Camarena et al., 2012; Chávez, 2014). La trilla mediante el uso de una trilladora, propuesta por el proyecto HERRANDINA, utilizada en frijoles puede facilitar esta tarea que en forma manual demanda entre 14 a 16 jornales por hectárea (Tapia y Fries, 2007). Con esta técnica los rendimientos varían entre  $500\text{-}1000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , según las regiones y ecotipos utilizados (Chávez, 2014).

*Almacenamiento*: el grano cosechado y seco puede ser almacenado por dos o cuatro años, en condiciones de la sierra, sin mayores pérdidas del valor nutritivo ni germinación. Los granos deben ser colocados en sacos de yute. El almacén debe contar con buena ventilación, debe estar limpio para evitar presencia de insectos (Camarena et al., 2012).

#### **2.1.4 Enfermedades del tarwi**

En lo que respecta a enfermedades del tarwi, se ha determinado: antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*), roya (*Uromyces lupini*) y fusariosis (*Fusarium oxysporium*). *Colletotrichum gloesporioides* (antracnosis), ataca al tallo, produciendo manchas necróticas (de 1 a 3 cm de diámetro en las vainas; Tapia y Fries, 2007), el ataque continúa en las hojas y brotes terminales, destruyendo los primordios florales afectando la producción de granos, las vainas atacadas presentan lesiones hundidas de color rojo vino a pardo, las semillas se muestran “chupados” en ataques severos. Es una enfermedad importante en la sierra, con incidencia fuerte entre los 2500 a 3400 msnm. Se controla mediante quema de rastrojos después de la cosecha, rotación de cultivos, uso de semillas sana, desinfección de semillas. *Rhizoctonia solani* (chupadera fungosa), ataca a plántulas recién germinadas, mayormente en terrenos pesados, con mal drenaje y en siembras demasiado profundas. Al comienzo produce una mancha marrón oscura, luego se presenta la marchitez y finalmente las plántulas mueren. Se controla evitando la siembra en suelos con problemas de drenaje, siembra de la semilla a poca profundidad y en el lomo del surco y desinfección de la semilla. *Uromyces lupini* (Roya), aunque se le encuentra en toda la zona andina, es más común en las áreas húmedas (Tapia y Fries, 2007); de importancia en la zona norte (Cajamarca, La Libertad y Ancash), cuyo ataque se manifiesta al inicio de la floración, causando daños a las vainas verdes. Se presenta formando pústulas, finalmente se muestran en polvillos de color naranja en las hojas, tallos y hasta frutos, provocando el secamiento de los órganos afectados. Se controla mediante aplicación de fungicidas curativos (Camarena et al., 2012).

#### **2.1.5 Plagas del tarwi**

Para Chávez (2014), las principales plagas que afectan al cultivo de tarwi son: masticadores de follaje y barrenadores de tallo (*Copitarsia turbata* y *Agromyza* sp) y picadores chupadores (*Frankliniella tuberosi* y *Myzus* sp). *Copitarsia turbata*, *Feltia* spp., las larvas cortan las plantas a la altura del cuello de la planta, también se alimentan de las hojas; adquiere mayor importancia durante la sequía. Control, cultural (preparación temprana y profunda del terreno), biológico (*Trichogramma* sp., parasitoide de huevos; *Wintemia* sp., *Apanteles* sp.,

parasitoides de larvas y *Chrysopa* sp., *Rhinacloa* sp., *Nabis* sp., predadores de huevos y larvas) y químico, mediante el uso de insecticidas. La “polilla” (larvas) de color azul-verdoso (se presentan en más de 20 larvas por planta), se alimentan de las raíces de plantas adultas en 5 a 15 cm de profundidad del suelo. *Liriomyza* sp., ataca a los folíolos, dejando minas sinuosas, son importantes cuando se presentan antes de la floración. Control, mediante uso de insecticidas específicos (Tapia y Fries, 2007; Camarena et al., 2012).

## **2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION**

Los grupos y organizaciones son entes vivos, concretos y creativos están integrados por individuos que: se comunican, interactúan, se estructuran y/o desestructuran en procesos organizacionales y desarrollan y perfeccionan sus capacidades para actuar organizadamente en procura de metas comunes (Bolaños, 1999).

El alto grado de heterogeneidad que existe entre explotaciones que conforman una población dificulta la toma de decisiones de carácter transversal. En tal sentido al agrupar las explotaciones de acuerdo a sus principales diferencias y relaciones, se busca maximizar la homogeneidad dentro de los grupos y la heterogeneidad entre los grupos. La metodología de investigación relacionada con los sistemas de producción, tiene como base el conocimiento de factores (exógenos y endógenos) que intervienen en ellos, como necesidad obligada para el desarrollo de alternativas de gestión (Castaldo et al., 2003) citado por Valerio et al. (2004). Una adecuada clasificación de los sistemas productivos puede apoyar el diseño de políticas agropecuarias en una zona, facilitar la definición de políticas de transferencia tecnológica, etc., los sistemas productivos no están formados por explotaciones homogéneas, son diversas, con diferentes caracteres físicos, socioeconómicos o técnicos (Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005), típicos de la sierra del Perú, siendo necesarios clasificar y tipificar las explotaciones agropecuarias explicadas por innumerables variables que actúan en conjunto. Para Malagón y Prager (2001) citado por Santistevan (2014), la caracterización es una etapa determinante para el desarrollo del método de investigación en sistemas de producción y consiste en determinar un conjunto de variables que distinguen a una zona o unidad de producción en particular y que la hace diferente a otras. Los estudios de caracterización y tipificación nos permiten realizar una mejor planificación y distribución más eficiente de los recursos destinados a mejorar el funcionamiento de los diferentes sistemas productivos que conforman el entorno de la población estudiada (Valerio et al., 2004; Cabrera et al., 2004)



citados por Santistevan et al. (2015). La caracterización es importante para definir la línea base y establecer relaciones entre variables sociales, económicas, ambientales y productivas en un sistema de producción (Pi Baldo, 2012) citado por Santistevan (2016).

Por *caracterización* se entiende la descripción de las características primordiales y las múltiples interrelaciones de las organizaciones, p.ej.: la forma de administración, los logros, la forma de organización, la cohesión interna, las formas de articulación con el entorno, etc., mientras que la *tipificación* se refiere al establecimiento y construcción de tipos posibles, que se formulan observando la realidad y agregando una serie de categorías y características según correspondan a la realidad observada (Bolaños, 1999). Para Miranda y Carranza (2013), la tipificación permite identificar procesos productivos diferenciados entre sí, con necesidades y limitaciones diferentes, que facilitan la detección de debilidades y fortalezas, y establecer prioridades a la hora de diseñar políticas de desarrollo para cada una de las zonas de estudio. Apollin y Eberhart (1999) citado por Merma y Julca (2012), reportan que, la caracterización consiste en la descripción del predio de acuerdo a las dimensiones de análisis agroecológico, técnico-productivo y socio-económico; implica determinar un conjunto de variables que distinguen a una unidad de producción que la hace diferentes a otros.

La tipificación consiste en identificar grupos de fincas productoras con características similares (Hart, 1990). Cada finca cuenta con características específicas que se derivan de la diversidad existente en cuanto a la dotación de recursos y a las circunstancias familiares. Sistema de finca, es el conjunto del hogar agropecuario, con recursos, flujos e interacciones que se dan a ese nivel de finca. Sistema agropecuario, es el conglomerado de sistemas de fincas individuales que en conjunto presentan una base de recursos, patrones empresariales, sistemas de subsistencia y limitaciones de la familia agropecuaria similares; para los cuales serían apropiadas estrategias de desarrollo e intervenciones similares (Dixon et al., 2001). Sistema de producción “es un conjunto de actividades que un grupo humano organiza, dirige y realiza de acuerdo con sus objetivos, cultura y recursos, utilizando prácticas con respuesta al medio ambiente” (Miranda y Carranza, 2013). Su diversificación de las fincas ha sido, para la mayoría de pequeños productores, la opción que les permite obtener otros ingresos que ayuden a mejorar su economía y atenuar las situaciones críticas que por épocas atraviesan algunas actividades productivas (Vargas-Jarquín y Sánchez-Benavides, 2015).

Vérant (2014), promueve que, para la caracterización, es necesario el análisis histórico, que identifica diferentes tipos de productores como resultado de trayectorias históricas diferenciadas de productores, de las condiciones biofísicas y de las prácticas agropecuarias. Un tipo corresponde a un conjunto de productores con una historia similar, se encuentran en una misma zona agroecológica, disponen de una gama de medios de producción parecida (capital, tierras, ganado, material), manejan sus cultivos y sus animales de una manera similar y necesitan una cantidad y tipo de mano de obra similar (temporal o permanente); es decir es “una fotografía” del sistema en un punto particular de su historia (Ortíz-Ávila, 2008).

### **2.2.1 Dominios de recomendación**

El concepto de dominios de recomendación fue propuesto por investigadores del programa de economía del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). La noción de *dominio de recomendación* fue originalmente definida como “agricultores dentro de una zona agroclimática cuyas fincas son similares y que usan similares práctica” (Perrin et al., 1976) citado por Escobar y Berdegué (1990). En la medida en que el concepto fue operacionalizado en numerosos países, Harrington y Trip (1984) consideraron necesario agregar a continuación la definición de Byerlee et al. (1980), citados por Escobar y Berdegué (1990): “Debe enfatizarse que el dominio de recomendación es un grupo de agricultores, no una zona geográfica o un tipo de suelo. Los dominios se componen de agricultores porque son estos, y no los tipos de suelos, los que toman decisiones sobre nuevos elementos tecnológicos...agricultores vecinos pueden pertenecer a distintos dominios...”.

Lores et al. (2008) concluyen que, los dominios de recomendaciones contribuyen al conocimiento del desarrollo agrícola de un área, conforman una imagen ordenada de la agricultura, hecho que significa un aporte a la elaboración de un diagnóstico regional de los sistemas productivos agropecuarios y diseñan modelos de optimización productiva, en los cuales se proponga un plan de producción en función de los recursos disponibles en cada grupo. Por último, continua, las técnicas de análisis multivariado son herramientas idóneas para la creación de dominios de recomendaciones, el análisis científico de las variables responsables de la diferenciación de los sistemas y la implementación de estrategias de desarrollo sostenible en comunidades rurales.

### **2.2.2 Herramientas de caracterización**

Para realizar un estudio de caracterización y tipificación existen una gran diversidad de técnicas, de las cuales el investigador debe seleccionar aquellas que considere más adecuadas a sus datos y sobre todo a su objetivo científico (Valerio et al., 2004).

Las herramientas de caracterización participativa, fueron apropiadas por las comunidades, identificando así sus debilidades y fortalezas en el estado de transición agroecológica en que se encuentran las mismas (Pi Baldo, 2012). Herramientas de caracterización participativa; confección de: *Entrevistas semi-estructuradas*, técnica difundida en disciplinas del conocimiento a fin de recoger información, para facilitar y desencadenar el diálogo agricultores-encuestador (Tuxil y Nabhan, 2001) citado por Pi Baldo (2012).

Para caracterizar el sistema de producción en el hogar del finquero deben estar valorado las características humanas y sociales del hogar, considerando el capital natural, físico y financiero como componentes enfatizando en el análisis de los sistemas de producción. Secuencia a seguir: Recorrer la finca con el productor para identificar los usos del suelo, dibujar un croquis de la finca y sus componentes, cuantificar el área de los diferentes usos, tomar nota del área ocupada y el estado de los diferentes cultivos, identificar las fuentes de agua y estimar la cantidad, con esto podemos construir un mapa de uso actual del suelo. Es importante caracterizar la tecnología de manejo de los diferentes arreglos agrícolas y pecuarios presentes en la finca (Mora y Ibrahim, s.f.).

El muestreo estadístico es un área de la estadística que posee técnicas propias que se preocupa del diseño, cálculo del tamaño de muestra y obtención de información a nivel poblacional a partir de muestras de una población, que sean suficientemente representativas, y cuya información proveniente de los datos permita inferir las propiedades y características de la población de estudio, cometiendo un error que posee las características de ser medible y acotado (Pérez, 2005) citado por Alvarado (2014).

Escobar y Berdegué (1990) proponen una metodología para tipificación y clasificación de sistemas de finca. La propuesta metodológica que sintetiza la experiencia de RIMISP (Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistema de Producción) consta de seis fases: (a) Determinación de un marco teórico específico para la tipificación y clasificación, (b) Selección de variables a nivel de sistema de finca, que permitan la operacionalización

del marco teórico, (c) Aplicación de encuestas y otros medios para recolección de datos, (d) Análisis estadístico multivariado de los datos e interpretación de los resultados, (e) Validación de la tipología, y (f) Clasificación de nuevas fincas.

Según Valerio et al. (2004) indican que, la metodología que se utiliza frecuentemente en los trabajos de caracterización y tipificación se estructura en las siguientes etapas (implicando coincidencias metodológicas con lo citado por Escobar y Berdegué, 1990):

a. Descripción de la población a estudiar

Al inicio de cualquier estudio de caracterización es muy importante definir con exactitud cuál será nuestra población de interés a estudiar. Bolaños (1999), recomienda realizar una investigación de tipo descriptivo-analítico, lo cual permite hacer una descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición de fenómenos que intervienen en el proceso. El análisis exploratorio es un componente de la estadística descriptiva, el cual nos permite intuir algunos aspectos que pueden ser de utilidad, y estos posteriormente deberán ser comprobados mediante algunos métodos estadísticos (Martos, 2004) citado por Valerio et al. (2004).

b. Selección de la muestra y construcción del instrumento de recolección de datos

El tamaño de la muestra a estudiar depende principalmente del tamaño de la población y del objetivo que se persigue en la investigación. Los elementos de juicio que influyen en la selección de la muestra se basan en gran medida en las estimaciones y decisiones personales del investigador. La recolección de las informaciones se realiza mediante encuestas directas a los productores, ya sean en el tiempo o en un corte transversal.

c. Procesamiento estadístico de la información (elaboración de la base de datos, clasificación y descripción de las variables)

A partir de las informaciones recogidas en las encuestas, se construye una base de datos con la que se determina el número total de variables, clasificándolas de acuerdo a los aspectos de la explotación a estudiar que estas presentan. Tuxil y Nabhan (2001) citado por Pi Baldo (2012), indican que, como herramientas de caracterización participativa, es necesario la confección de: *Entrevistas semi-estructuradas*, técnica difundida en disciplinas del conocimiento a fin de recoger información, para facilitar y desencadenar el diálogo agricultores-encuestador de forma colectiva y permite

obtener informaciones efectivas de la zona que se pretende investigar. Entrevistas que se realizan en el marco de las convivencias con las familias rurales, definidas por las mismas en el tiempo y momento para realizarla.

d. Revisión y selección de las variables

Del total de variables clasificadas se seleccionan aquellas con mayor representación de la actividad en estudio.

e. Aplicación de técnicas estadísticas multivariante

El análisis multivariante incluye un conjunto de métodos y técnicas estadísticas que permiten estudiar y tratar, en bloque, un conjunto de variables medidas u observadas en una población de individuos (Pérez, 2002) citado por Valerio et al. (2004).

f. Determinación de tipos o subsistemas productivos

Mediante el análisis Cluster (Conglomerados) que se encuentra inmerso al análisis multivariante.

g. Descripción de los tipos o grupos

La determinación y descripción de los tipos seleccionados, se ejecuta a partir del dendrograma, donde el investigador observará el nivel que aparezca como representativo desde el punto de vista del número de grupos resultantes, tomando en cuenta que se cumpla el criterio de máxima homogeneidad dentro de los grupos y máxima heterogeneidad entre grupos. La descripción de los grupos se realiza mediante el cálculo de medidas de situación en la estadística descriptiva (media, mediana, moda, etc.) al conjunto de variables originales para cada tipo o grupo determinado.

h. Validación de la tipología

La validación nos permite contrastar los tipos definidos con los objetivos propuestos en la investigación. Escobar y Berdegué (1990) indican que, la validación puede realizarse de forma empírica o estadísticamente. Empíricamente es realizado por el investigador u otras personas conocedoras de los sistemas productivos estudiados, capaces de contrastar los tipos obtenidos con los existentes en la realidad. La forma estadística consiste en repetir la tipificación mediante el uso de técnicas estadísticas diferentes y comparando los resultados finales.

### 2.2.3 Análisis estadístico de caracterización y tipificación

Uno de los problemas fundamentales en Estadística es cómo medir los aspectos de las personas, seres vivos u objetos. Las técnicas que se pueden aplicar varían según sea la información recogida por las variables. Como posible clasificación, según el grado de información que contienen unas variables, se pueden dividir en: (i) *Variables Nominales*: sólo distinguen entre varias categorías, sin que exista ninguna jerarquía entre ellas. P.ej., la variable *sexo*: mujer, hombre; se puede recodificar con números, aunque no tengan sentido algebraico: mujer = 1, hombre = 0. No tiene sentido hablar medias o varianzas. Tan solo modas, número de casos y las llamadas relaciones de contingencia. (ii) *Variables Ordinales*: además de distinguir distintas categorías para una variable, p.ej. sin instrucción = 0, primaria = 1, secundaria = 2, superior = 3; se puede distinguir una relación de orden entre ellas (Introducción al Análisis Multivariante y al Cálculo Matricial, s.f.).

La base metodológica del trabajo de tipificación es el análisis estadístico multivariante, este análisis ordena, resume y clasifica datos provenientes de poblaciones en las cuales se han medido dos o más características. La utilidad de los métodos multivariantes consiste en que permiten construir clasificaciones de conjuntos, considerando simultáneamente diversas variables (Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005)

Introducción al Análisis Multivariante y al Cálculo Matricial (s.f), clasifica a las Técnicas Multivariantes según dos posibles criterios, el segundo criterio, se da si se está interesado en investigar las asociaciones que se presentan entre variables sin distinción de tipos entre ellas. Son *métodos independientes*, que tienen un interés descriptivo. Entre éstas, se citan a: *Análisis de componentes principales* (ACP): se tienen  $n$  variables cuantitativas y se *mezclan* mediante combinaciones lineales reduciéndose a  $p < n$  variables que resumen la información para facilitar la interpretación. *Análisis factorial*: parecido a los ACP, aunque sólo se fija en explicar en términos de factores ocultos las variables originales, no tanto en reducir el número de variables. *Análisis de cluster*: trata de identificar grupos naturales entre las observaciones según sus valores medidos por las variables.

Badii et al., 2004) citado por Badii et al. (2007); Coronel de Renolfi y Ortuño (2005), señalan que, la ciencia estadística, trata de evaluar la validez probabilística de los eventos, sujetos, procesos o fenómenos, consta de dos etapas. Los diseños multivariados, *Análisis de Componentes Principales*, con ventaja de proveer ordenación y el perfil jerárquico, *Análisis*

*Factor*, reduce el número de variables para el análisis y *Análisis Cluster*, que agrupa en base a similitud y es más robusto con los supuestos de normalidad.

El análisis descansa en el supuesto básico de que la realidad empresarial se explica por medio de innumerables variables estructurales, competitivas, de planificación, de dirección y de organización, y como actúan conjuntamente, no por la forma unitaria de cada una de ellas (Afifi y Clark, 1999) citado por Coronel de Renolfi y Cardona (2009). Desde este enfoque, los datos de la matriz fueron analizados por medio de técnicas del análisis multivariado; a partir del principio de que en el sistema finca existen varios componentes o subsistemas que interactúan en el tiempo y espacio (Lores et al., 2008). Las técnicas utilizadas fueron: análisis de componentes principales, análisis factorial y análisis cluster (Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005; Coronel de Renolfi y Cardona, 2009; Lores et al., 2008).

Escobar y Berdegué (1990) muestran las etapas de análisis estadístico empleadas por la mayoría de los proyectos de RIMISP y son las siguientes:

- *Selección de atributos que efectivamente se comporten como variables*: El primer paso es simple y consiste en calcular los coeficientes de variación de cada una de las variables, para descartar del análisis de tipificación y clasificación aquellas que carecen de poder discriminatorio. Que una variable sea considerada como importante desde un punto de vista teórico no garantiza que tenga una varianza razonable dentro de la muestra de fincas encuestadas.
- *Análisis factorial para reducir la dimensionalidad del problema*: Con las variables seleccionadas por su adecuado poder discriminante se procede a la aplicación de alguna técnica de análisis factorial, como el análisis factorial de componentes principales. El análisis factorial entrega, (a) Información que permite estudiar las relaciones existentes entre las variables contenidas en la matriz de datos, (b) Información que permite estudiar las relaciones existentes entre las observaciones (fincas) contenidas en la matriz de datos, (c) Información que permite estudiar la relación entre variables y observaciones, y (d) Información que permite identificar los fenómenos socioeconómicos, agroecológicos, tecnológicos, de capacidad de gestión, etc., que determinarán la existencia de tipos de sistemas de finca. Esta información toma la forma de *factores principales*, que son combinaciones lineales de las variables originales y que además tienen la propiedad de

ser ortogonales entre sí (es decir, cada factor entrega información original no contenida en los factores anteriores o posteriores). Un número reducido de factores, que habitualmente fluctúa entre tres y ocho, explican un alto porcentaje de la información contenida en la matriz original de variables por observaciones.

- *Análisis cluster empleando como variables clasificatorias un número reducido de factores principales*: cada factor principal es una variable sintética construida a partir de las variables originales; es decir, cada observación (finca) puede ser identificada por sus coordenadas respecto de cada uno de los factores. Por lo tanto, estos factores pueden ser utilizados como variables de clasificación en el análisis cluster. La técnica empleada es el análisis cluster o análisis de clasificación jerárquica ascendente, expresada en una figura denominada dendrograma (diagrama de árbol). La forma de este diagrama es tal que todas las observaciones se reúnen en un extremo en un solo grupo. En el otro extremo cada observación se encuentra aislada, constituyendo un grupo en sí misma. Las observaciones se van separando en grupos entre ambos polos como las ramas de un árbol.
- *Determinación de los tipos de sistemas de finca*: Cada una de las ramificaciones mostradas en el dendrograma tiene el potencial de ser seleccionada como un tipo de sistema finca. El nivel al cual decida hacer la selección de tipos dependerá del balance que se haga de los siguientes elementos: a mayor cantidad de tipos mayor será la homogeneidad intratipos, mayor la heterogeneidad intertipos, y mayor el costo y el esfuerzo de investigación posterior, es decir (Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005), la aplicación de la técnica de análisis cluster, permite formar grupos homogéneos de explotaciones, en los cuales la variabilidad dentro del grupo es mínima y, entre grupos, es máxima.

Valerio et al. (2004), respecto a la revisión y selección de variables, indican que, para esto se desarrolla las siguientes pautas:

- *Descripción estadística de las variables*: Mediante la determinación de los coeficientes de variación (CV) de cada una de las variables se descartan aquellas que presenten bajo poder discriminatorio en la construcción de los grupos. Se incluye las apreciaciones de Funes et al. (1997) y Paz et al. (2003) citados por Valerio et al. (2004); Paz et al. (2000); Paz et al. (2005); Coronel de Renolfi y Ortuño (2005); Miranda y Carranza (2013),



quienes utilizan como criterio de selección las variables que presentan un coeficiente de variación superior al 50 por ciento (coincidentes con Berdegué et al., 1990, calculando previamente, la media, la desviación estándar y el CV de cada variable, eliminando aquellas que fueron inferiores al 50 por ciento); mientras que Ávila et al. (2000) citado por Valerio et al. (2004), utilizan como criterio de selección un CV entre 60 y 70 por ciento. Lores et al. (2008) para contribuir al análisis de diferenciación de fincas, el criterio de descarte es de aquellas que presentan un CV inferior a 40 por ciento y, por tanto, con poco poder discriminante.

- *Asociación de variables*: Posteriormente se analiza el grado de asociación entre cada par de variables, aplicando una matriz de correlación total entre las variables seleccionadas, que establece el grado de asociación mutua que existe entre dos variables, así, ante dos variables altamente correlacionadas se opta por una de ellas. Con el propósito de comparar las variables entre sí, y al estar medidas en diferentes unidades, las variables se estandarizan a valores *Z* antes de realizar los procedimientos estadísticos (Paz et al., 2000)

La aplicación de técnicas estadísticas de análisis multivariante, incluye los métodos de reducción dimensional de variables cuantitativas (Valerio et al., 2004), entre otras se utilizan las técnicas de análisis de componentes principales, análisis factorial y análisis *cluster* (Coronel de Renolfi y Cardona, 2009; Valerio et al., 2004; Miranda y Carranza 2013):

- *Análisis de componentes principales*, método estadístico multivariante de simplificación o reducción de la dimensión de variables cuantitativas, para obtener otra de menor número de variables por combinación lineal de las originales, denominados como factores. El mayor número posible de componentes coincide con el número total de variables; por lo que el investigador deberá seleccionar entre distintas alternativas, aquellas que siendo pocas e interpretables, expliquen una proporción aceptable de la varianza total, presentándose en orden descendente de acuerdo con el porcentaje de la varianza que representa. Dichos factores se caracterizan por estar incorrelacionados o altamente correlacionados entre sí (Miranda y Carranza, 2013), y los factores se determinan mediante el análisis de componentes principales (ACP) para caracterizar sistemas de producción extensivos. Paz et al. (2000) indican que la decisión de cuantos factores debe retenerse depende del tipo de problema que estemos analizando.

- *Análisis factorial*: es otro método estadístico multivariante de reducción de la dimensionalidad de datos que examina la interdependencia de variables cuantitativas y proporciona conocimiento de la estructura subyacente de los datos. Esta presunción de existencia de variables subyacentes es la condición clave del análisis factorial (AF). Se trata de un método estadístico multivariante distinto del ACP, aunque con soporte matemático parecido, que trata de encontrar variables sintéticas latentes e inobservables, cuya existencia sospecha. La diferencia principal entre el ACP y AF es la fracción de la varianza de cada variable que es explicada por el total de los factores extraídos; con propósito último que consiste en buscar el número mínimo de dimensiones capaces de explicar el máximo de información contenida en los datos (De la Fuente, 2011).

Tras realizar el ACP y utilizando el criterio de retener los componentes cuyo valor propio sea mayor que la unidad, realizó la rotación de los componentes con Varimax, usando la normalización de Kaiser (SPSS, 1988; Paz, 1994) citados por Paz et al. (2005).

Para la determinación de tipos o subsistemas productivos, concretados y seleccionados los factores, se procede al *análisis Cluster* (Conglomerados), el cual es un método estadístico de clasificación de datos, que permite establecer grupos homogéneos de explotaciones a la vez que heterogéneos entre los mismos (Paz et al., 2000), entre otros autores, se utiliza para clasificar y agrupar sistemas productivos extensivos y semiextensivos. Existen dos grandes tipos de análisis cluster, *no jerárquicos* y *jerárquicos*, esta última, configuran grupos con estructuras arborescentes, de forma que cluster de niveles más bajos van siendo englobados en otros niveles superiores. El resultado del análisis cluster normalmente se expresa gráficamente en un diagrama de árbol o dendrograma (Valerio et al., 2004; Escobar y Berdegué, 1990). La medida de distancia seleccionada fue la distancia euclídea al cuadrado y el método Ward. Combinación más recomendada para el tipo de problema en cuestión (Paz et al., 2000; Paz et al., 2005; Miranda y Carranza, 2013).

### **2.3 SUSTENTABILIDAD DE SISTEMAS DE PRODUCCION**

Sostenibilidad y desarrollo sostenible han tenido diferentes significados en diferentes épocas y no todos coinciden con una definición común de estos conceptos. Se entiende por desarrollo sostenible como un proceso de cambio en la explotación de los recursos, la orientación, de las inversiones, del desarrollo tecnológico y el cambio institucional están en

armonía y potencial futuro para satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas. . . (esto es) satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, según la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (Brundtland, 1987) citado por Gavrilesco y Chisti (2005); Castro (2010). Si bien a partir de esta definición el concepto de manejo sustentable de los recursos adquiere relevancia a nivel mundial, en la actualidad aún existen numerosas definiciones del concepto de sustentabilidad, que responden a las diferentes percepciones y paradigmas de sus autores (Socorro Castro, 2001) citado por Castro (2010).

La sostenibilidad exige productos que no sólo funcionen bien, en comparación con sus homólogos convencionales, son más duraderos, menos tóxicos, fácilmente reciclables y biodegradables al final de su vida útil. Estos productos derivados de los recursos renovables y contribuyen mínimamente a generación de gases de efecto invernadero (Gavrilesco y Chisti, 2005). La sustentabilidad constituye un paradigma complejo cuya formulación es escenario de discusión entre diferentes ideales y valores acerca de la ecología, la economía, la sociedad y la política (Torres et al., 2004).

Por ende, a efecto de garantizar el desarrollo sostenible, urge crear una conciencia colectiva sobre la necesidad de una ciencia que responda a un proyecto de país para la protección de los recursos naturales, integrado a un proyecto común latinoamericano. Ésta es una tarea inaplazable y responde a la necesidad de formar individuos que construyan sus conocimientos, para el bienestar familiar y social, con dignidad humana, en equidad y respetuoso equilibrio con la naturaleza. Dicha tarea corresponde a la sociedad; por lo que todos y cada uno debemos contribuir, a fin de que en el futuro próximo se pueda hacer realidad el ambicionado cambio colectivo que sustente el desarrollo planetario de forma sostenida en el tiempo (Reyes-Sánchez, 2006); más aún los itinerarios metodológicos para estudiar el papel de la agricultura en el desarrollo sustentable en el ámbito regional proveen de importantes elementos de análisis, tales como las relaciones jerárquicas entre sistemas de producción en el marco de distintos niveles espaciales y temporales (Torres et al., 2004).

### **2.3.1 Dimensiones de sustentabilidad**

En el marco SAFE (Van Cauwenbergh et al., 2007) se considera que las funciones ambientales del agroecosistema están ligadas con el manejo y conservación de los recursos

naturales y de los flujos dentro y entre estos recursos; y que los pilares ambientales son el aire, el agua, el suelo, la energía y la biodiversidad.

Duran (s.f.), discute varias definiciones del concepto de desarrollo sostenible, no obstante, a pesar de la ambigüedad del concepto, si es posible aceptar un cierto consenso en torno al mismo. Según Daly y Gayo (1995) citados por Duran (s.f.), mencionan que existe unanimidad respecto a su interpretación en cuanto se entienda la sustentabilidad como la capacidad para continuar en el futuro realizándose, además, este proceso como la interacción en tres sistemas: el ecológico (biológico), el económico y el social; y que estas tres dimensiones, reportan Marquéz y Julca (2015), reciben una misma valoración porque, en una visión adecuada de la sustentabilidad, éstas deben tener la misma importancia y, por lo tanto, el mismo valor.

Geerken et al. (2008), señalan que, un sistema productivo es socialmente sustentable cuando la producción ocurre bajo condiciones decentes de labor, en términos de hora de trabajo, higiene, remuneración, etc., y los niveles de precios son aceptables para satisfacer las necesidades fundamentales de los consumidores, mientras que Van Cauwenberh et al. (2007), refieren que, la función social del agroecosistema es a nivel de la comunidad agrícola y de la sociedad; y que las actividades agrícolas deberían estar ligadas a la calidad de vida del agricultor y de su familia. El agroecosistema debe estar organizado de tal manera que las condiciones sociales sean óptimas para quienes hacen el trabajo, como buenas condiciones físicas (laborales, salud), psicológicas (educación, igualdad de género, acceso a infraestructura, y actividades, integración) y participación en la sociedad, e independencia alimentaria. La sociedad demanda de la agricultura necesidades básicas de buena alimentación que incluye soberanía y seguridad alimentaria.

La aparición y difusión del término desarrollo sostenible o sustentable ha acompañado al proceso de concientización ambiental de la sociedad global. La definición más repetida y difundida sobre el concepto de desarrollo sustentable es aquél que “es capaz de cubrir las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades” (CMMAD, 1992); esta definición de sustentabilidad incluye dos ideas clave: (a) la *necesidad* de considerar a las generaciones presentes y futuras en tal conceptualización, y (b) la *limitación* impuesta al ambiente por el estado de la tecnología y la organización social en cada contexto histórico-geográfico (Duran, 2010). El

concepto de sustentabilidad se funda en el reconocimiento de los límites y potenciales de la naturaleza, así como la complejidad ambiental, inspirando una nueva comprensión del mundo para enfrentar los desafíos de la humanidad en el tercer milenio (Simposio sobre Ética y Desarrollo Sustentable, Bogotá, Colombia, 2-4 mayo 2002) citado por Duran (2010).

Desde un punto de vista tanto económico como ecológico, el objetivo fundamental es el de la sustentabilidad de los sistemas tanto a medio como largo plazo siendo igual de importante la consideración de los aspectos sociales. Es decir, la *economía* pretende maximizar el bienestar humano dentro de las limitaciones del capital y las tecnologías existentes. La *ecología* hace especial hincapié en preservar la integridad de los subsistemas ecológicos con el fin de asegurar la estabilidad del ecosistema mundial siendo sus unidades de cuenta físicas, no monetarias y, la *sociología* recalca que los agentes clave son los seres humanos, siendo su esquema de organización social fundamental para encontrar soluciones viables que permitan encontrar el desarrollo sustentable (Serageldin, 1993) citado por Duran (s.f.).

Las dimensiones de sustentabilidad de manera articulada dan cuenta de:

La *sustentabilidad ecológica* o ambiental que exige que el desarrollo sea compatible con el mantenimiento de los procesos ecológicos, la diversidad biológica y la base de los recursos naturales, Duran (2010); Gligo (1987), definen *sustentabilidad ecológica* como la capacidad de un sistema (ecosistema) de mantener su estado en el tiempo, con parámetros de volumen, tasas de cambio y circulación invariables o haciéndoles fluctuar cíclicamente en torno a valores promedio. Costanza (1994), puntualiza tres políticas para conseguir la sustentabilidad ecológica: una tasa sobre la destrucción de capital natural con el fin de reducir o eliminar la destrucción del mismo; la aplicación del principio contaminador pagador aplicado a productos contaminadores que incentive a los productores a mejorar el entorno y, por último, un sistema de aranceles ecológicos que permita a los países aplicar las dos políticas anteriores sin forzar a sus productores a moverse a otros lugares con el fin de mantener la competitividad. La estrategia a seguir en un proceso de desarrollo (Rees, 1993) citado por Duran (s.f.), debería: (a) integrar aspectos ecológicos en políticas de desarrollo económicas y sociales, (b) formular estrategias preventivas, (c) demostrar los beneficios para el desarrollo de las políticas ecológicas que son correctas.

*La sustentabilidad social*, según Duran (2010), requiere que el desarrollo aspire a fortalecer la identidad de las comunidades y a lograr el equilibrio demográfico y la erradicación de la pobreza, cuando los costes y beneficios son distribuidos de manera adecuada tanto entre el total de la población actual (equidad intrageneracional) como entre las generaciones presentes y futuras (equidad intergeneracional). Desde un punto de vista social, los agentes sociales y las instituciones desempeñan un papel muy importante en el logro del desarrollo sostenible (Cernea, 1993) citado por Durán (s.f.), a través de una correcta organización social, que permita el desarrollo duradero y de las técnicas adecuadas de inversiones en capital humano o el incremento de la cohesión social.

*La sustentabilidad económica*, está insertada en el concepto de renta de Hicks definida como la cantidad máxima que un individuo puede consumir en un período determinado de tiempo sin reducir su consumo en un período futuro (Hicks, 1945) citado por Durán (s.f.), el cálculo de la misma, medido en términos de producto nacional o interior bruto, debe hacerse incluyendo la riqueza y los recursos medioambientales de un país que demanda un desarrollo económicamente eficiente y equitativo dentro y entre generaciones presentes y futuras (Duran, 2010), en caso contrario, la medición no indicaría el grado de sustentabilidad. La mejora en el bienestar humano puede producirse empujando más materia-energía a través de la economía o apretando más al humano que desean la satisfacción de cada unidad que pasa a través de la materia-energía. Estos dos procesos son tan diferentes en su efecto sobre el medio ambiente que debemos dejar de combinarlos (Costanza y Daly, 1992).

La sostenibilidad ecológica significa el mantenimiento del capital natural, es decir, vivir dentro de la capacidad productiva del planeta. Además, planteado de una manera global, la sostenibilidad ecológica y la social son las dos caras de la moneda, ya que dependen una de la otra (Onaindia, 2007), debido a que, sustentan Márquez et al. (2016), la humanidad depende de la diversidad biológica y del flujo de servicios de los ecosistemas, que son los beneficios que la sociedad puede obtener de los ecosistemas.

Jiménez (2002), reporta que, la sostenibilidad aplicada al desarrollo ha querido mostrarse como una idea simple para responder a problemas complejos; de esta manera, identifica varias dimensiones fundamentales de la sostenibilidad en términos de relaciones de sistemas básicos (ecológicos, económicos, sociales), con una cuarta dimensión ética envolvente

(sistema de valores). Existe gran desconocimiento sobre la naturaleza y alcance de muchas de estas interacciones porque dependen, en gran parte, del periodo de tiempo considerado y de los niveles de estabilidad de la relación; así, a corto plazo, se puede presentar altos grados de incompatibilidad que requieren compensaciones inmediatas, mientras que, a largo término, determinados objetivos pueden reforzarse mutuamente en distintas dimensiones.

A estas dimensiones, Duran (2010), incluye a la sustentabilidad geográfica, que requiere valorar la dimensión territorial de los distintos ambientes. Por lo demás, también se considera la sustentabilidad cultural, política y la dimensión educativa para completar el carácter complejo que abarca este concepto.

La noción de desarrollo, centrada principalmente en el crecimiento material progresivo, ha sido desafiada por una visión más amplia, compleja y holística que articula el cuidado del medio ambiente, así como la integridad de los ecosistemas, las relaciones sociales solidarias orientadas hacia la equidad y los entornos institucionales de la política para el ejercicio de la gobernanza democrática, ejes constitutivos de la visión holística del desarrollo sustentable. Desde esta perspectiva, el concepto desarrollo sustentable emerge como una propuesta conceptual holística que articula al menos cinco dimensiones: la *económica*, la *ambiental*, la *social*, la *política* (Achkar, 2005) y la *cultural* (UANL, 2013). La dimensión política engloba las redes de organizaciones sociales y de representaciones de los diversos segmentos de la población rural y los procesos participativos y democráticos que se desarrollan en el contexto del medio rural (Herzog, 2011). Además, dentro de estas dimensiones se abarcan temas como la equidad, las oportunidades de empleo, el acceso a bienes de producción, los impactos ambientales, el gasto social, la igualdad de género, el buen gobierno, una sociedad civil activa en términos de participación social, entre otros, considerándose tanto aspectos cuantitativos como cualitativos del desarrollo (UANL, 2013).

### **2.3.2 Grados de sustentabilidad**

Para la UNESCO (2012), la sostenibilidad, es un paradigma para pensar en un futuro en el cual las consideraciones ambientales, sociales y económicas se equilibran en la búsqueda del desarrollo y de una mejor calidad de vida, y que estos tres ámbitos están entrelazados, así como la dimensión subyacente de la cultura. El paradigma de la sostenibilidad constituye un cambio importante a partir del desarrollo económico con sus nefastas consecuencias sociales y ambientales, que hasta hace poco tiempo eran consideradas como inevitables y

aceptables. Sin embargo, ahora se comprende que estos graves daños y amenazas al bienestar de las personas y del medio ambiente como consecuencia de la búsqueda del desarrollo económico, no tienen cabida dentro del paradigma de la sostenibilidad. Entonces, las diferencias entre desarrollo ¿Sostenible y Sostenibilidad? Sostenibilidad, suele considerarse como un objetivo a largo plazo (es decir, un mundo más sostenible); Sostenible, se refiere a los muchos procesos y caminos que existen para lograr ese objetivo (p.ej. la agricultura y silvicultura sostenible, la producción y consumo sostenible, el buen gobierno, la investigación y transferencia tecnológica, la educación y formación, etc.).

Las principales interpretaciones actuales sobre el desarrollo sustentable, surge a partir de identificar lo que las diferentes teorías o corrientes de pensamiento privilegian de los tres aspectos de la sustentabilidad (económico, ecológico y social). Se muestra entonces que el ambientalismo moderado y los ecologistas conservacionistas privilegian el eje económico-ecológico, y que confluyen en las políticas ambientales realmente existentes, ocupándose de establecer qué y cuánto capital natural conservar, lo cual aparece formulado como alternativas entre “grados de sustentabilidad” (Pierri, 2005).

La actual perspectiva integradora enfatiza tanto los vínculos entre las tres dimensiones básicas (ecológicos, económicos, sociales), como sus complementariedades, pero no puede olvidar sus intereses contrapuestos. Si la sostenibilidad tiene que contemplarse de forma integral, la separación entre sostenibilidades parciales (económica, ecológica y social) puede distorsionar la consecución de los objetivos generales, ya que todas y cada una de ellas dependen sistemáticamente de las demás. Debería hablarse de posibles opciones de desarrollos sostenibles, más que de modelos definidos, dependiendo de cada circunstancia y contexto, y con diferentes grados de sostenibilidad (Jiménez, 2002).

Según Goodland y Daly (1996), los tres tipos diferentes de sustentabilidad están relacionados en grados de sustentabilidad; sin embargo, la sostenibilidad ambiental, se centra más que en la sostenibilidad social o la sostenibilidad económica. Los grados de sustentabilidad pertenecen a las corrientes inmersas en la sustentabilidad ecológica y económica, diferenciadas de acuerdo al nivel de tolerancia frente a distintos tipos de capitales. Las clases de capitales considerados son: *Capital natural*, es el ambiente natural, es decir, los valores provenientes de servicios y bienes ambientales como; suelo, atmósfera, biodiversidad, bosques, agua. *Capital manufacturado*, constituido por las viviendas, caminos, factorías,



barcos; los mismos que incorporan las cuentas económicas y financieras. *Capital humano*, es la inversión en educación, salud, y nutrición humana. *Capital social*, se incluyen las bases institucionales y culturales para que funcione una sociedad.

Si bien la mayoría de las definiciones de sustentabilidad coinciden en que un requisito es el mantenimiento del capital natural, este requisito puede ser interpretado de maneras diversas. En efecto, bajo la idea de “sustentabilidad débil” se admite la sustitución prácticamente ilimitada entre el capital natural y el manufacturado, mientras que bajo el concepto de “sustentabilidad fuerte” se admite el capital natural y el capital humano son sustitutos sólo en limitadas oportunidades, dado que se considera que el capital natural provee funciones que no son sustituibles por capital hecho por el hombre (Castro, 2010).

Las diferencias fundamentales se encuentran inmersas en torno al tema del crecimiento, en primer lugar, y, en segundo lugar, en torno a la cuestión de la sustituibilidad o complementariedad entre el capital natural y el capital manufacturado y qué elementos del capital natural deben guardarse, dosificarse o reponerse. Esto, incorporando la teoría neoclásica ortodoxa y una diferencia de matices entre lo que llamamos la economía ecológica “ortodoxa” y a la “pragmática”, menos radical y más comprometida con la gestión ambiental concreta, abre una gama de posiciones o alternativas que se propone como “grados de sustentabilidad”, resultando cuatro sustentabilidades, desde la *muy fuerte* a la *muy débil* (Jiménez, 1997) citado por Pierri (2005).

La sostenibilidad se puede dividir en cuatro grados: débil, intermedio, fuerte y absurdamente fuerte, dependiendo de cuánta sustitución se piensa que hay entre los tipos de capital (Daly and Cobb, 1994) citado por Goodland y Daly (1996). Pierri (2005), reporta los grados de sustentabilidad como, muy débil, débil, fuerte y muy (absurdamente) fuerte.

*Sustentabilidad muy débil.* La sustentabilidad muy débil, así como la muy fuerte, representan las posiciones paradigmáticas de la economía ecológica y de la economía neoclásica, la sustentabilidad débil se ubica en una posición extrema respecto al crecimiento, oponiéndose de manera absoluta. La sustentabilidad muy débil, sostiene la perfecta sustituibilidad, y le preocupa no sólo mantener sino, en lo posible, acrecentar el capital total, independientemente de su composición (Pierri, 2005). Debe considerarse en mantener el valor total, prestando atención a la composición de los distintos tipos de capitales como, el

capital natural humano, manufacturado y social, asumiendo que tanto el capital natural y el manufacturado son sustituibles dentro de ciertos límites; sin embargo, se admite que para el funcionamiento del sistema se requiere de cada uno de los tipos de capital. Una sostenibilidad muy débil significa que podríamos convertir la totalidad o la mayor parte del capital natural del mundo en capital artificial o artefactos y aun así serlo. El capital humano y social se pierde en gran medida al morir, por lo que hay que renovarlo cada generación (Goodland y Daly, 1996; Pierri, 2005).

*Sustentabilidad débil.* Reconoce que la sustituibilidad no es perfecta y entonces hay que preocuparse por mantener cierto capital natural tomando en cuenta situaciones y posibilidades concretas (Goodland y Daly, 1996; Pierri, 2005). Sustentabilidad débil se entiende como la viabilidad de un sistema socioeconómico en el tiempo, el mismo que se logra manteniendo el capital global y sus capacidades a través de las generaciones, incorporando así al capital natural y al capital humano. Tomando en cuenta que el capital natural está establecido por las existencias y el flujo de recursos naturales que entran en una sociedad, entre tanto el capital humano es la disponibilidad de capital monetario, la tecnología o el personal capacitado (Pérez, 1997) citado por Santistevan (2016).

*Sustentabilidad fuerte.* Se inscribe en la economía ecológica, pero se aparta de su formulación ortodoxa en aras de un realismo pragmático. A la hora de definir si debe mantenerse el capital natural propone mantener el capital natural crítico -se considera capital natural crítico, los bienes y servicios naturales esenciales para el mantenimiento de los sistemas que soportan la vida y no se puede reemplazar, p.ej. los ciclos biogeoquímicos, atmósfera, capa de ozono, etc.- que obviamente no es todo el capital natural, y admite la sustitución del no crítico (Jiménez, 1997) citado por Pierri (2005). Mientras que Goodland y Daly (1996), señalan que, sustentabilidad fuerte, es la que requiere mantener distintos tipos de capital intactos por separado. El capital natural y el capital humano no son sustitutivos sino complementarios para la mayoría de las funciones de la producción.

En tanto Sarandón et al. (2006), enfatizan que, la idea de la existencia de un límite a la satisfacción de las necesidades, coincide con el criterio de la sustentabilidad fuerte, que considera que el capital natural puede ser sustituido por capital manufacturado, sólo en casos muy puntuales, esto indica que no puede admitirse una rentabilidad basada en la degradación de los recursos intra o extraprediales. Por esta razón, se consideró que la satisfacción de las

necesidades de los productores (objetivos económicos y sociales) no puede ser lograda a expensas de los recursos naturales (objetivos ecológicos).

*Sustentabilidad muy fuerte.* Se ubica en una posición extrema respecto al crecimiento, defendiéndolo de manera absoluta. La sustentabilidad muy fuerte, niega la sustituibilidad entre capital natural y manufacturado, proponiendo su complementariedad, y que debe mantenerse todo el capital y reponerse lo más posible del ya dañado o usado (Pierri, 2005). La sustentabilidad muy fuerte, nunca agotaría nada. Los recursos no renovables, absurdos, no podían utilizarse en absoluto; para las energías renovables, solo se podrían cosechar las tasas de crecimiento anual netas, en forma de la porción excesiva de la población. La elección entre la sostenibilidad intermedia (débil) y la fuerte, pone de relieve los compromisos entre el capital manufacturado y el capital natural (Goodland y Daly, 1996).

Ahora bien, la instrumentación de las últimas propuestas (sustentabilidad débil y fuerte) pasa, antes o después, por la necesidad de medir el capital natural, una vez que hay que partir de las cantidades que existen y decidir las cantidades a usar, conservar o reponer. Esto ha determinado que se vengán proliferando muchas propuestas para medir el patrimonio natural y la sustentabilidad, de tal forma que la cuestión de los indicadores se ha vuelto una especie de moda, desplazando en gran medida la discusión teórica y política (Pierri, 2005).

Dellepiani et al. (2015), mencionan que, para lograr el desarrollo sostenible en girasol, establecieron como condición necesaria, el cumplimiento simultáneo de dos objetivos: la satisfacción de las necesidades actuales del productor (incluida su familia) y la conservación de los recursos naturales del agroecosistema, adoptando el criterio de sustentabilidad fuerte, que considera que el capital natural no puede ser sustituido por capital manufacturado, excepto en casos puntuales, por tanto, los recursos naturales no pueden ser degradados a expensas de que el productor satisfaga sus necesidades y viceversa, de manera que un proceso productivo, para ser sustentable debe cumplir al mismo tiempo con ambos objetivos.

### **2.3.3 Indicadores de sustentabilidad**

El indicador es una variable, seleccionada y cuantificada que permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable. El indicador debe estar estrechamente vinculados con la sustentabilidad, que sea adecuada al objetivo perseguido, que sea sensible a los cambios, contar con habilidades predictivas, ser fáciles de interpretar, contar con facilidades

de recolección, confiabilidad e importancia, ser robustos e integradores (Sarandón, 2002). Achkar (2005), enfatiza que, los indicadores son variables que representan a otra variable o a un conjunto de variables en un modelo simplificado del sistema en estudio. Por tanto, un indicador, es un transmisor de información (exacta o falsa), es un instrumento en el proceso educativo, es un factor de formación de opinión pública, es un instrumento de poder.

Los gobiernos definen sus políticas ambientales a través de la regulación directa, aunque, en algunos casos, se emplean otros mecanismos tales como los instrumentos económicos y fiscales como alternativas y/o complemento a la regulación. Alternativamente, y con el fin de medir la realidad medioambiental y las pautas de sustentabilidad, algunos países han desarrollado indicadores -económicos, ecológicos y sociales- así como nuevos instrumentos de medición (Duran, s.f.). La evaluación de la sustentabilidad mediante el empleo de indicadores, permitió detectar de manera simple, clara y objetiva algunos puntos críticos a la sustentabilidad de los sistemas de producción (Dellepiane y Sarandón, 2008).

Las políticas y los indicadores de sustentabilidad deben ir dirigidos a la prevención de los problemas de sobreexplotación y contaminación en lugar de actuar sobre las consecuencias. El objetivo de los indicadores es proveer una base empírica y numérica para conocer los problemas, calcular el impacto de nuestras actividades en el medio ambiente y para evaluar el desempeño de las políticas públicas. El diseño de un buen indicador de sustentabilidad es una tarea difícil. Implica el reto de combinar los aspectos sociales, económicos y ecológicos, así como el de explicar las relaciones entre estos tres factores (Rodríguez, 2002).

Es importante mencionar que los indicadores adecuados a usar para evaluar la sustentabilidad deben seleccionarse antes de ir al campo, no después, ya que la elección de un indicador está señalando el papel que cumple el mismo en la sustentabilidad del sistema a evaluar. El uso de indicadores sencillos y prácticos, es vital para proveer a técnicos, productores y políticos, de información confiable y comprensible de los impactos y costos de la incorporación de diferentes paquetes tecnológicos (Sarandón y Flores, 2009). Lo mismo se puede decir de cada una de las variables a utilizar previa estandarización, dado a que homogeniza los resultados y favorece su interpretación (Marquéz y Julca, 2015).

Sobre la base de una revisión de los indicadores que se han ido desarrollando desde las tres dimensiones de la sostenibilidad o sustentabilidad: la económica, la ecológica y la social,

llegando a la conclusión que el desarrollo sustentable sigue constituyendo una de las actividades claves, que, desde un enfoque integrado, abarquen las tres dimensiones. Sin embargo, esta información ha de ser sistemática, fiable (evitando sensacionalismos innecesarios) y elaborada con criterios homogéneos que permita la comparabilidad entre países, sin olvidar, que este planteamiento es más un deseo que una realidad pues, al hablar del desarrollo sustentable hay que hacer mención a diferentes contextos geográficos, con realidades económicas, ecológicas y sociales muy diferentes y, por tanto, necesidades muy distintas (Duran, s.f.).

Por ende, hay una necesidad urgente de desarrollar un conjunto de indicadores de comportamiento (*performance*) socioeconómico y agroecológico para juzgar el éxito de un proyecto, su durabilidad, adaptabilidad, equidad, etc. Estos indicadores de *performance* deben demostrar una capacidad de evaluación interdisciplinaria. Un método de análisis y desarrollo tecnológico no solo se debe concentrar en la productividad, sino también en otros indicadores del comportamiento del agroecosistema, tales como la estabilidad, la sustentabilidad, la equidad y la relación entre éstos (Sarandón y Nicholls, 2000).

El uso de los indicadores deberá permitir comprender perfectamente, sin ambigüedades, los puntos críticos de la sustentabilidad de un agroecosistema. Permitirá, a su vez, percibir tendencias que, de otra manera, pasarían desapercibidas y tomar decisiones al respecto. Aunque la construcción de los indicadores es un proceso que tiene mucho de personal y no hay recetas (Sarandón, 2002), el mismo que cita algunas aplicaciones del desarrollo de indicadores de sustentabilidad inmersas al área agropecuaria: (1) Decidir la conveniencia o no de la adopción de diferentes propuestas o paquetes tecnológicos, (2) Evaluar la introducción de un nuevo cultivo o el desplazamiento de un cultivo de una zona a otra, (3) Comparar diferentes sistemas de producción (orgánico vs. Convencional, al aire libre vs. Bajo cubierta) y, (4) Evaluar el riesgo de un determinado sistema productivo en el tiempo. A pesar de que existen varios modelos para desarrollar indicadores de sustentabilidad, estos guardan elementos comunes que dictan algunas reglas (Sustainable Measures, s.f.):

- Los indicadores aislados rara vez proveen una imagen adecuada del progreso hacia una meta específica. Por lo tanto, un conjunto de indicadores debe ser identificado.
- La selección de indicadores se basa en conocimiento científico

- La selección de indicadores debe ser establecida reflejando las expectativas y valores sociales.
- Los indicadores deben ser fácilmente entendidos, aún por gente que no es experta
- La información derivada de un indicador dado debe ser relevante para los participantes involucrados y afectados por la toma de decisiones.
- Los indicadores no necesitan ser precisos, pero si confiables
- Deben basarse en información accesible; la información debe estar disponible o conseguirse a tiempo. Esto porque deben ser oportunos y dar la información cuando hay tiempo para actuar.
- Medir el capital humano, social y físico
- Deben proveer una visión de largo plazo
- Medir la diversidad biológica, económica y social
- Reflejar equidad y justicia entra e inter generacional

A pesar de que varios autores han abordado la evaluación de la sustentabilidad, tanto en el ámbito regional, como en el de finca, en general se coincide en que no existe un conjunto de indicadores universales que puedan ser utilizados para cualquier situación. Por lo tanto, estos deben construirse y adaptarse a la situación en análisis y ser adecuados para los objetivos propuestos. Un escenario interesante para aplicar y validar indicadores es el estudio de aquellos sistemas agrícolas que han podido mantenerse en el tiempo, demostrando, en la práctica, cierto grado de sustentabilidad “de hecho”. Y que, sobre la base del marco conceptual de agricultura sustentable y sus requisitos, se construyeron indicadores para evaluar el cumplimiento simultáneo de tres objetivos (económicos, ecológicos y socioculturales) basados en supuestos (Sarandón et al., 2006) como: (1) Económicos: un sistema será económicamente sustentable, si puede proveer la autosuficiencia alimentaria, un ingreso neto anual por grupo familiar y si disminuye el riesgo económico en el tiempo, (2) Ecológicos: un sistema será ecológicamente sustentable si conserva o mejora la base de los recursos productivos y evita o disminuye el impacto sobre los recursos extraprediales y (3) Socio-culturales: un sistema será considerado sustentable si mantiene o mejora el capital social, ya que éste es el que pone en funcionamiento el capital natural o ecológico.

#### **2.3.4 Agricultura sustentable**

Una estrategia para lograr una productividad agrícola sustentable tendrá que hacer mucho más que simplemente modificar las técnicas tradicionales. Una estrategia exitosa será el

resultado de enfoques novedosos para diseñar agroecosistemas que integren el manejo con la base de recursos regionales y que operen dentro del marco existente de condiciones ambientales y socioeconómicas (Loucks, 1977) citado por Altieri (1999). Las selecciones tendrán que basarse en la interacción de factores como: especies de cultivos, rotaciones, espaciamiento en hileras, nutrientes y humedad del suelo, temperatura, plagas, cosecha y otros procedimientos agronómicos; además tendrán que acomodarse a la necesidad de conservar energía y los recursos, de proteger la calidad del medio ambiente, la salud pública y el desarrollo socioeconómico equitativo (Altieri, 1999).

El nuevo diccionario Webster II de la Universidad de Riverside define sustentabilidad como “mantenerse en existencia”; “mantenerse”; “durar”; “soportar”. La agricultura sustentable abarca todas las definiciones anteriores. Incluye consideraciones para una adecuada cantidad de alimentos para el futuro y también se refiere a temas relacionados con el uso eficiente de los recursos, utilidades para el agricultor y el impacto hacia el medio ambiente. Para que la agricultura se sostenga, para que mantenga satisfechas las necesidades actuales y futuras del mundo, debe proteger y mejorar la calidad del aire, del suelo y del agua; esto es, debe ser “amigable” con el medio ambiente (Darts, s.f.).

La agricultura sustentable, permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos estableciendo el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (AGEs) que lo soportan (Sarandón et al., 2006); es el sistema integrado de prácticas de producción de plantas y animales con el objetivo de satisfacer la alimentación humana, mejorar la calidad del ambiente, hacer un uso eficiente de los recursos no renovables, mejorando la calidad de vida de los agricultores y la sociedad como un todo (Orosio, 2008). De acuerdo con la Sustainable Agriculture Initiative Platform (Plataforma para la Iniciativa de Agricultura Sustentable), *Agricultura Sustentable*, es “una forma productiva, competitiva y eficiente de producir productos agrícolas seguros, al tiempo que se protege y mejora el medio ambiente y las condiciones sociales y económicos de las comunidades locales” (Kellogg, 2011).

Existen muchas definiciones de agricultura sustentable, sin embargo, ciertos objetivos son comunes a la mayoría de las definiciones: (1) Producción estable y eficiente de recursos productivos, (2) Seguridad y autosuficiencia alimentaria, (3) Uso de prácticas agroecológicas (tradicionales) de manejo, (4) Preservación de la cultura local y la pequeña

propiedad, (5) Asistencia de los más pobres mediante un proceso de autogestión, (6) Alto nivel de participación comunitaria para decidir la dirección de su propio desarrollo agrícola, y (7) Conservación y regeneración de los recursos naturales (Altieri y Nicholls, 2000).

La agricultura sustentable debe cumplir satisfactoria y simultáneamente con los siguientes requisitos (Sarandón, 2002): (1) Ser suficientemente productiva, (2) Ser económicamente viable, (3) Ser ecológicamente adecuada (que conserve la base de los recursos naturales y que preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global) y (4) Ser cultural y socialmente aceptable. Fuentes y Soto (1993), enfatizan que, para lograr una agricultura sustentable es necesario utilizar tecnologías apropiadas y compatibles con los nichos ecológicos donde se desarrolla, a fin de no alterar y mantener los factores naturales de la producción; considerando que, los sistemas ecológicos reaccionan a las acciones humanas de acuerdo con la naturaleza de la acción y con su propia dinámica interna.

Finalmente, la definición y comprensión del concepto de agricultura sustentable dependen de muchos factores como son la experiencia que se tenga en actividades de la agricultura, el conocimiento sobre las tecnologías y formas de organización social que la distinguen, la escala de estudio y la localidad, el conocimiento sobre temas de nutrición y abasto entre otros; así, en los sistemas de agricultura sustentable se aplican tecnologías naturales que implican mayores esfuerzos para los agricultores, el trabajo manual, de observación y reflexión que requieren es mayor que en los sistemas de tecnología industrial. La responsabilidad de producir alimentos en formas más sustentables no es exclusiva de los agricultores, los consumidores somos igualmente responsables por el tipo de tecnologías que se aplican en la agricultura y por sus efectos en el ambiente y en la sociedad (Salgado, 2015).

## **2.4 INFLUENCIA DEL GENOTIPO Y DEL AMBIENTE**

El rendimiento de las especies agrícolas que se cultivan por sus semillas se determina en dos componentes: número de semillas por unidad de superficie, y peso de la semilla, generalmente se admite que un bajo número de semillas por unidad de superficie puede ser compensado por un aumento del peso medio de una semilla (González, 2001).

Respecto a la interacción genotipo x ambiente, mucho de los caracteres con interés en la mejora vegetal se ven influidos por el ambiente, características como el rendimiento,



resistencia a plagas y enfermedades, la tolerancia a estreses abióticos, los procesos relacionados con la floración o con la maduración, el contenido de la planta o del fruto en compuestos relacionados con la calidad organoléptica o nutritiva, etc. Las características a nivel fenotípico que muestra un individuo se deben, por tanto, no solo al efecto del genotipo, sino también al ambiente en el que éste se desarrolla y a la interacción entre ambos factores (Pérez de Castro y Nuez, 2008).

Un objetivo central a todos los programas de mejora es la evaluación de la respuesta fenotípica, en términos de rendimiento de un conjunto de variedades o líneas de mejora avanzadas, o un rango amplio de condiciones agroecológicas. Para ello se lleva a cabo ensayos en múltiples localidades y/o durante varios años, evaluándose un conjunto de genotipos (**G**) en una muestra de condiciones ambientales (**E**) que representan lo mejor posible a la región donde dichos genotipos puedan cultivarse comercialmente. El objetivo final de los ensayos multiambientes puede consistir en identificar las variedades que presentan un rendimiento superior en todo el rango de ambientes, es decir, que muestran adaptación amplia, o bien identificar aquellas variedades que muestran alta adaptación específica a estos ambientes. El análisis de las medias de G genotipos en un conjunto de E ambientes permite identificar fácilmente la presencia de interacción genotipo por ambiente (GE, por sus iniciales en inglés “Genotype by Environment Interaction). El fenómeno de GE ocurre cuando, de un modo análogo a cualquier otro experimento factorial, las diferencias entre genotipos dependen del ambiente en que estos se ensayan (Ramagosa et al., 2008).

En el caso más común de una serie de experimentos iguales en bloques completos al azar realizados en distintas localidades y en idénticas condiciones experimentales, en función de que los tratamientos y las localidades sean fijas o aleatorias. En el análisis combinado, existen dos modelos de análisis de varianza, el primer modelo incluye tres factores principales: los tratamientos, las localidades (o ambientes) y los bloques (o repeticiones) dentro de localidades. Este modelo se usa en ensayos que no se repiten en el tiempo y tratamientos con localidades están cruzados, es decir todos los tratamientos están en todas las localidades. Cuando las localidades son aleatorias y los tratamientos factor fijo, el análisis de varianza (McIntosh, 1983) citado por Morillo-Velarde (2008) se muestra en el **Cuadro 1**.

**Tabla 1.** Valores de F según que los factores y localidades sean fijos y aleatorios.

Factor de variación	Grados de libertad	Cuadro Medio	F
Entre Localidad (L)	I-1	CM1	CM1/CM2
Rep. Dentro de L	I(r-1)	CM2	
Tratamiento (T)	t-1	CM3	CM3/CM4
L x T	(t-1)(I-1)	CM4	CM4/CM5
Error combinado	I(r-1)(t-1)	CM5	
Total	Irt-1		

FUENTE: McIntosh (1983)

Un miembro muy popular de los modelos lineales-bilineales es el modelo de efectos principales aditivos y de interacción multiplicativa (AMMI), por su sigla en inglés “Additive Main effects and Multiplicative Interaction” (Gollob, 1968; Mandel, 1969; Gabriel, 1978; Gauch, 1988) citados por Ramagosa et al. (2008). Dentro de los tipos de modelos disponibles para el análisis de GE en función de los datos disponibles y resultado, como los valores fenotípicos de **G** genotipos en **E** ambientes, mediante modelos lineales básicos, siendo el AMMI uno de los modelos que proporciona el mejor índice ambiental teórico para el que las sensibilidades genotípicas presentan variación máxima y que conjuntamente mejor explican GE (Ramagosa et al., 2008).

Según Morillo-Velarde (2008), menciona que, de todos los métodos multivariantes, el método AMMI suele ser el más útil por dos razones: en general es el que explica mayor porcentaje de la suma de cuadrados y la representación gráfica que proporciona (biplot) donde se sitúan tratamientos y localidades es fácil de interpretar; esta técnica, relativamente reciente, permite identificar los tratamientos más adaptados a ciertos ambientes mejor que la regresión. El modelo se basa en la incorporación simultánea de efectos principales aditivos (tratamientos y localidades) y la participación de la interacción tratamiento x localidad mediante la extracción de componentes principales (Zobel y colaboradores, 1988) citado por Morillo-Velarde (2008).

Los efectos de los factores principales (genotipos y ambiente) son aditivos y lineales, lo que permite estimarlos a través del análisis de varianza; mientras que la interacción GA tiene efectos multiplicativos que pueden ser explicados por el análisis de componentes principales (ACP) (Williams et al., 2010). Además, el modelo AMMI permite el análisis de la interacción con más de un procedimiento estadístico y disponer de estimados exactos de rendimiento (Gauch, 1992) citado por Williams et al. (2010), quienes a su vez citan que, existen diferencias en el comportamiento de híbridos de sorgo en los diferentes ambientes

evaluados. El modelo AMMI, además de ser informativo y sencillo de interpretar, resultó más efectivo para caracterizar la respuesta de los genotipos que el análisis de regresión de Finlay y Wilkinson.

Debido a la respuesta diferencial de los genotipos (triticale) en cada ambiente, el desarrollo de nuevas variedades implica determinar su estabilidad de producción para su posterior liberación en una región determinada. El modelo AMMI, caracterizó eficazmente los genotipos por su estabilidad, detectando en forma precisa la magnitud y signo de las interacciones presentadas por cada uno de ellos y constituye una buena herramienta en el estudio de interacción genotipo-ambiente en la evaluación de genotipos en ensayos en localidades múltiples (Lozano et al., 2009). En un estudio de la interacción GA del rendimiento y sus componentes, los modelos AMMI2 y regresión factorial alcanzaron una eficiencia entre el 44 y 73 por ciento (González, 2001).

## 2.5 MATERIAL BIOLÓGICO

Material biológico: *Lupinus mutabilis* Sweet (Sweet, R. 1825. The British Flower Garden. 1(2):130) citado por Lezama (2010).

**Sufrúctice**, de 1.20-1.50 m de alto. **Raíces** primarias de 20-30 cm de largo, de 1.5-2 cm de diámetro en el cuello, blanco cremoso, lignificados, **nódulos bacterianos** pleomórficos, aunque reniformes en vista lateral, marrones con ornamentos cremosos distribuidos a un solo lado de la raíz y generalmente hacia el cuello, 15-20 por planta, de 11-12 mm de largo por 8-9 mm de diámetro. **Tallos**, ampliamente ramificados, de 1.5-2 cm de diámetro en la base, tallos viejos glabros, verde amarillentos, lignificados, lustrosos, suaves al tacto, cilíndricas, fistulosos; tallos jóvenes glabros, verdes, apicales flexibles, crasos, suaves al tacto, cilíndricos, fistuloso a lo largo de tallo y ramas. **Hojas** alternas. Estípulas filiformes, membranácea, de 3-3.5 mm de longitud, glabra. Peciolos de (2.5) 3-4.5 cm de largo, y 10-20 mm en la base, verde y con la base y borde rojizo, con algunos pelos en los bordes, de 3-3.5 mm de largo por 0.2-0.3 cm de diámetro. Foliolos 7-8 elípticos, suculentos, lisos, débiles, verdes, glabros en ambas superficies, de 3.7-4.2 cm de largo, por 1-1.2 cm de ancho. **Inflorescencia** racimosa. Pedúnculos verdes, de (5.3) 8-12 cm de largo por (1.5) 5.5-10 mm de diámetro de base, algunos con pigmentación rojiza, ligeramente curvados en el área distal, glabros, filiforme. **Flores** 12-17 en antesis y 3-4 cerradas, dispuestas en racimos o

irregularmente a lo largo del eje florífero, pedicelos de 6.5-8 mm de largo por 0.9-1 mm de diámetro, morados o vinoso-rojizo, filiformes, erectos y succulentos, glabros o algunos pelos simples, seríceos. Cáliz tubular, de (8.8) 9-11 mm de diámetro en la anthesis, morado, a veces verde, pubescentes, pelos simples, seríceos, tubo de 1-2 mm de largo por 4-5 (-7) mm de diámetro; lóbulos 5 (2 superiores) de 6-6.5 mm de largo por 4-4.5 mm de ancho, y 3 inferiores de 9-9.1 mm de largo por 3-3.3 mm de ancho, deltoideos, succulentos, externamente pubescentes, rodeados por pelos simples, seríceos, interior glabro o con algunos pelos en el área distal. Corola papilionada, de 19.8-20.1 mm de diámetro en la anthesis; estandarte de 16-17 mm de largo por 19.8-20 mm de ancho, con el limbo orbicular, morado, con una franja rectangular amarillo en el centro blanco-lilacino en el área apical, externa e internamente glabros, uña obdeltoidea, corta, blanquecino-verdoso, glabro, de 2-2.1 mm de largo por 2.9-3 mm de ancho; alas, 2; limbo semiorbicular, morados, glabros externa e internamente, de 17-17.1 mm de largo por 12-12.2 mm de ancho, uña linear, blanco-verdoso, glabros externa e internamente, de 3-3.1 mm de largo por 1.5-1.6 mm de ancho; quilla de 13-14.1 mm de largo por 5-5.1 mm de ancho, con limbo falcado, blanco verdoso y marrón apicalmente, glabras y con algunos pelos solo en los bordes superiores, uña linear, blanca de 3-3.1 mm de largo por 0.5-0.6 mm de ancho, glabro externa e internamente. Estambres 10, heterodínamos, exsertos, filamentos con el área libre blancos, glabros, 5 largos de 6.5-6.6 mm de largo; área soldada glabro, blanco verdoso, cerca de 2 veces el área libre, de 9-9.1 mm de largo; anteras angostamente oblongas, anaranjado intenso, sin mucrón apical, de 2.1-2.2 mm de largo por 0.3-0.4 mm de diámetro. Ovario cónico depreso, de 10.5-11.1 mm de largo por 1.5-2 mm de diámetro rodeado por pelos seríceos, estilo filiforme, verde amarillento, de 12-12.2 mm de largo; estigma capitado, verde, pequeño, con pelos seríceos. **Legumbre** linear, de 5.5-8 cm de largo por 1.2-1.4 mm de diámetro, rodeado por pelos seríceos, cáliz y corola secos persistentes. **Semilla** 4-5 por ovario, reniformes.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El estudio se ejecutó en las zonas altoandinas del valle del Mantaro, Región Junín, Perú, descritos en la **Tabla 2**.

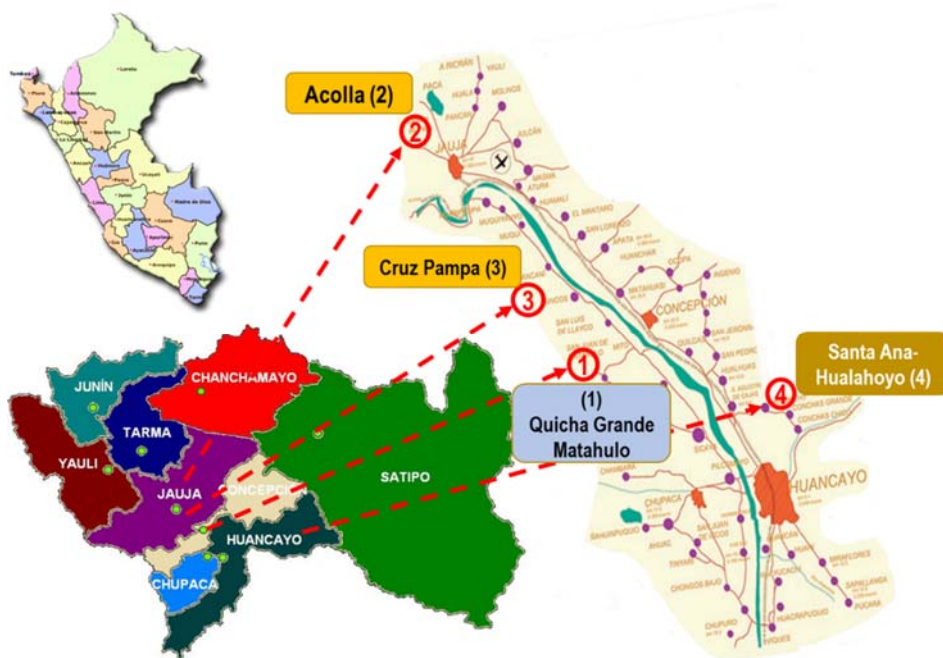
**Tabla 2.** Ubicación de los Centros Poblados productores de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

FINCA	Zona baja (1)	Zona alta (1)	Zona media (2)**	Zona alta (3)	Zona baja (4)
	Matahulo	Quicha Grande	Acolla	Cruz Pampa	EEA Santa Ana
	Exp	Enc	Exp-Enc	Exp-Enc	Exp-Enc
SITUACIÓN POLÍTICA					
Centro Poblado	Matahulo	Quicha Grande	Chaupimarca	Cruz pampa	Hualahoyo
Distrito	Mito	Aco	Acolla	Sincos	El Tambo
Provincia	Concepción	Concepción	Jauja	Jauja	Huancayo
Departamento	Junín	Junín	Junín	Junín	Junín
SITUACIÓN GEOGRÁFICA					
Margen*	Derecha	Derecha	**	Derecha	Izquierda
Latitud Sur	11°55'07''	11°97'79''	11°75'71''	11°91'66''	12°00'50''
Longitud Oeste	75°18'46''	75°40'12''	75°49'63''	75°04'27''	75°13'11''
Altitud (msnm)	3 286	3 866	3 467	3 815	3 260

(1), (2), (3), (4): denominación para localización de los Centros Poblados productores con tarwi. \* Margen Río Mantaro. \*\* Carretera Central vía Jauja-Tarma. Exp: parte experimental. Enc: encuesta. Elaboración propia.

El valle, ocupa hasta 60 capitales de distritos como parte de las provincias de Chupaca, Concepción, Huancayo y Jauja (Zubieta, 2010). Exactamente los ensayos se establecieron en cuatro localidades, elegidas vía análisis de dominios de recomendación (Harrington y Trip, 1984) citado por Escobar y Berdegué (1990), basados en aspectos naturales, agrícolas y sociales relevantes, con análisis desde el punto de vista técnico (Martínez-Reina, 2013). El propósito fue identificar los agroecosistemas (AGEs) de producción existentes y reconocer la problemática de interés (Lores et al., 2008).

Las unidades productoras con tarwi (UPT) elegidas para cumplir con el análisis de caracterización y sustentabilidad, se encuentran inmersas en las localidades de Quicha Grande (Aco, Concepción), Acolla (Jauja), Cruz Pampa (Síncos, Jauja) y EEA Santa Ana (Hualahoyo, El Tambo, Huancayo). Para la parte experimental del efecto de genotipos avanzados de tarwi, se establecieron las localidades citadas, excepto Quicha Grande, reemplazado por Matahulo (Mito, Concepción). La distancia Sur-Norte fue 60 km (Huancayo-Acolla) y 50 km (Este-Oeste) (**Figura 2**), determinadas en tres zonas, alta (3 815-3 866 msnm), zona intermedia (3 467 msnm) y zona baja (3 260 msnm).



**Figura 2.** Localización de las unidades productoras con tarwi (UPT). Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

La altitud promedio es, 3330 msnm (Garay y Ochoa, 2010). Valle agrícola de clima seco y templado. El 80 por ciento de la agricultura es en secano, siendo la mayor limitante la sequía (Silva et al., 2010). Las lluvias acumulan anualmente, 650 mm, las más intensas son, en enero, febrero y marzo, los más secos en junio, julio y agosto. La temperatura promedio anual es 19.4°C máx. y 4.1°C mín. (Silva et al., 2010; Trasmonte et al., 2010). La evolución mensual de la temperatura mínima está asociada a los cambios de estación. Se observan dos periodos bien definidos durante el año: mínimos valores en invierno (junio-julio, 0.5° C), y en verano (enero-marzo, 7.0 °C) (Trasmonte et al., 2010). Se registran trece veranillos (enero, febrero y marzo); la principal causa, sería la superposición de diferentes fenómenos

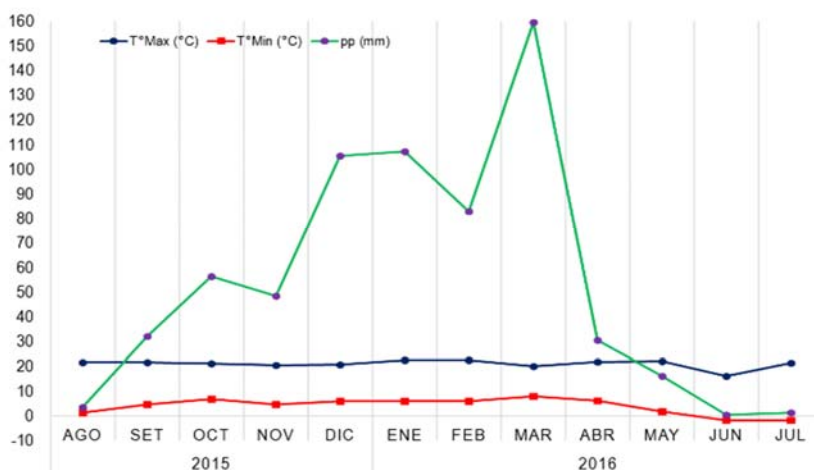
meteorológicos en dichas fechas de ocurrencia de veranillos y periodos secos (Sulca et al., 2010).

En la **Tabla 3** y gráfico adjunto, se muestra la variación meteorológica de temperatura y precipitación pluvial durante la ejecución experimental de los ecotipos de tarwi, campaña agrícola 2015-2016.

**Tabla 3.** Variables meteorológicas registradas durante la campaña agrícola 2015-2016.

Meses		T° Max. (°C)	T° Min. (°C)	pp (precipitación pluvial) (mm)
2015	2016			
Agosto		21.8	1.46	3.5
Setiembre		21.7	4.78	32.2
Octubre		21.2	6.99	56.4
Noviembre		20.6	4.76	48.6
Diciembre		20.9	6.09	105.5
	Enero	22.7	6.00	107.4
	Febrero	22.7	6.00	83.1
	Marzo	20.1	8.11	159.6
	Abril	21.9	6.32	30.6
	Mayo	22.2	1.72	16.3
	Junio	16.3	-1.82	0.4
	Julio	21.4	-1.74	1.4

FUENTE: Estación de Huayao-SENAMHI-Huancayo. EEA Santa Ana-INIA-Huancayo.



Temperatura y precipitación pluvial registradas en la campaña agrícola 2015-2016. Valle del Mantaro. Junín-Perú.

## **3.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA**

El estudio experimental se desarrolló durante la campaña agrícola 2015-2016, la encuesta en los años 2016 (octubre-diciembre), 2017 (marzo). Básicamente se ejecutó en tres etapas:

- Caracterización de las unidades productoras con tarwi
- Sustentabilidad de las unidades productoras con tarwi
- Efectos de genotipos avanzados de tarwi

## **3.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES PRODUCTORAS CON TARWI**

### **3.3.1 Población y muestra**

Las UPT se examinaron con apoyo del INIA-Huancayo, MINAGRI-DRAJ, Agencias Agrarias: Concepción y Jauja. Identificada la unidad productiva agropecuaria (organización pequeña, mediana o grande), que tiene un productor que asume la gestión, dirección y los riesgos de actividad y que utiliza en todas las parcelas que la integran, los mismos medios de producción (Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005), motivando reuniones grupales para la selección que serían objeto de la caracterización de sus UPT y de una propuesta de rediseño agroecológico (Machado et al., 2015), procediendo luego a la encuesta in situ sensibilizada con una charla o día de campo; obteniendo una distribución porcentual de la producción por unidad así como una distribución normal (Pabón et al., 2016), en los cultivos de tarwi.

Se aplicó una encuesta estructurada, mediante un muestreo irrestricto aleatorio (Scheaffer et al., 1987; Martínez-Reina, 2013), la población representó al total de productores de UPT (N: 490) presentes en el área de influencia y tamaño de muestra, n: 114 UPT (**Anexo 1**).

### **3.3.2 Instrumento de recolección de datos**

Para la obtención de la información de las UPT, se realizaron entrevistas y encuestas. Estructuralmente, la encuesta contiene: (a) Aspectos socio económicos del agricultor (ASEA), (b) Aspectos socio económicos de la finca (ASEF) y (c) Factores ambientales del predio (FAP). A partir de esta estructura, se confeccionó el cuestionario (Benítez-García et al., 2015), con indicadores sensibles a las condiciones del agroecosistema y puedan ser fácilmente comprendidos por los agricultores (Machado *et al.*, 2015), agrupados en lo social, productivo, ecológico y económico. Se obtuvieron 55 variables primarias, cualitativas y cuantitativas, que fueron definidas y codificadas para el procesamiento y análisis (Anexo,



Tabla 1A), dependiendo de cada tipo de variable biofísica y cultural (Córdoba-Vargas y León-Sicard, 2013). Todas las respuestas del cuestionario (55) con datos personales de los agricultores, sobre la familia y su trabajo en la UPT (Vargas-Jarquín y Sánchez-Benavides, 2015), se consideraron variables, diseñados en forma categórica (Criollo et al., 2016) y cuantitativas para facilitar la aplicación del método multivariado.

Los requisitos de pertenencia de la población (adaptada de Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005) fueron:

- Que sea una UPT, mediana o grande, de propiedad privada
- Que pertenezca a la zona rural con agricultura en secano
- Que tenga una superficie de siembra de tarwi, sin límite de tamaño
- Que en ella se desarrolle actividad agropecuaria
- Que produzca bienes destinados a su comercialización

Las UPT se analizaron como sistemas productivos de innumerables variables estructurales, sociales, económicas y ambientales, que sirvieron para clasificar sistemas de producción y tipificar grupos homogéneos de productores rurales (Escobar y Berdegué, 1990) sobre la base del cultivo de tarwi, y que cuya metodología sea capaz de recoger la diversidad de la estructura y el funcionamiento de las unidades productivas.

### **3.3.3. Análisis de datos**

La base metodológica de la caracterización-tipificación, es el análisis multivariante (Tovar-Paredes et al., 2015), que permitió ordenar, resumir y clasificar los datos provenientes de las encuestas. La información fue sistematizada en hojas de cálculo (Excel 2016) y analizadas con el paquete estadístico SPSS V23 (Benítez-García et al., 2015).

El procedimiento estadístico recae al aplicado por la Red Internacional de Metodologías de Investigación en Sistemas de Producción (RIMISP) (Berdegué et al., 1990), siguiendo los lineamientos (Escobar y Berdegué, 1990; Valerio et al., 2004; Baddi et al., 2007; Coronel de Renolfi y Cardona, 2009; Pi Baldo, 2012; Miranda y Carranza, 2013): calcular los coeficientes de variación (CV) para descartar aquellas que carecen de poder discriminatorio. Se calculó la matriz completa de correlaciones para medir el grado de asociación entre las variables retenidas, identificando grupos de variables fuertemente vinculadas entre sí y

puedan conducir a que un único fenómeno represente múltiples veces en análisis posteriores (Miranda y Carranza, 2013). Para la reducción dimensional de variables se ejecutó el análisis factorial (AF) por medio del análisis de componentes principales (ACP), identificando variables que influyen sobre la conformación de grupos formados e identificar variables altamente correlacionados entre ellas (Tuesta et al., 2014), mediante rotación varimax en datos cuantitativos (Carrasco et al., 2017), que permite conocer la relación entre elementos de una población y se sospeche que en dicha relación influye de manera desconocida un conjunto de variables o propiedades de los elementos (Olivares, 2014; 2016), estableciendo factores sintéticos extraídas de los componentes utilizados como variables nuevas de clasificación en el análisis de conglomerados jerárquicos (Guapi et al., 2017; Reynolds, 2013) o cluster (Tovar-Paredes et al., 2015), mediante el método de Ward, como medida de distancia la métrica euclidiana cuadrática y graficadas en un dendrograma (Escobar y Berdegué, 1990; Valerio *et al.*, 2004; Aystas et al., 2013; Portillo *et al.*, 2015; Criollo et al., 2016), logrando formar grupos homogéneos (Martínez-Reina, 2013) de sistemas con características similares o tipologías (Guapi *et al.*, 2017), en los cuales la variabilidad dentro del grupo es mínima y, entre grupos, es máxima (Paz et al., 2000; Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005; De la Fuente, 2011).

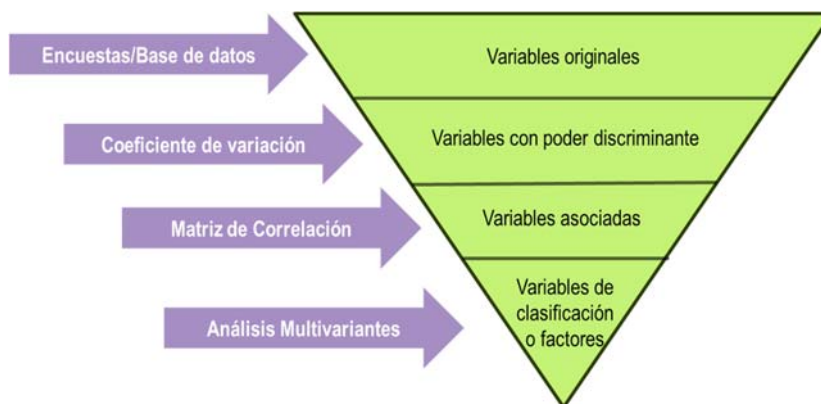
De las 55 variables, se calcularon los coeficientes de variación para descartar aquellas que carecen de poder discriminatorio (<40 por ciento) (Lores et al., 2008) y puedan contribuir al análisis multivariante, luego, se calculó la matriz de correlaciones entre las variables retenidas o seleccionadas, identificando grupos de variables fuertemente vinculadas entre sí (marca de carga factoriales >0.6, Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005) y puedan conducir a que un único fenómeno represente múltiples veces en análisis posteriores (Miranda y Carranza, 2013).

La matriz de correlación instaura el grado de asociación mutua existente entre dos variables, así ante dos variables altamente correlacionadas se opta por una de ellas (Valerio et al., 2004). De esta forma se identificaron variables con alto porcentaje de información superflua (altamente correlacionadas); p.ej., la **Tabla 4**, muestra una matriz de correlación utilizada para asociar variables, en la matriz, la variable 19Etc esta correlacionada con las variables 22Actw, 25Acoc, 29Chatw y 34Rcd, por tanto, estas estarán representadas por 19Etc para la posterior selección de factores, de este modo se redujo el número de variables a analizar.

**Tabla 4.** Matriz de correlación en caracterización de las unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

		Matriz de correlaciones*																			
Variables		3Nir	4Hm	5Apg	9Iima	11TAn	12Mci	13aTPz	14Porg	15Adf	17Dcap	19Etc	22Actv	25Acoc	29Chatw	33Ptp	34Rcd	39Tti	41Faa	52Smq	53Pmi
Correlación	3Nir	1.00																			
	4Hm	-.160	1.00																		
	5Apg	.040	.165	1.00																	
	9Iima	.412	-.293	-.035	1.00																
	11TAn	-.157	-.102	.070	-.161	1.00															
	12Mci	.346	-.142	.102	.346	.091	1.00														
	13aTPz	-.313	.454	.145	-.605	-.051	-.382	1.00													
	14Porg	-.073	.130	.144	-.074	.068	-.051	.069	1.00												
	15Adf	.027	-.032	.113	-.124	-.033	-.125	.299	.276	1.00											
	17Dcap	-.014	-.008	.049	-.119	.105	-.056	.118	.095	.083	1.00										
	19Etc	.500	-.147	-.091	.562	-.212	.352	-.403	-.182	-.132	-.119	1.00									
	22Actv	.521	-.163	-.113	.441	-.222	.263	-.359	-.083	-.054	-.143	.722	1.00								
	25Acoc	.432	-.112	-.080	.573	-.163	.360	-.418	-.151	-.081	-.022	.929	.568	1.00							
	29Chatw	.412	-.168	-.177	.540	-.203	.331	-.483	-.173	-.168	-.174	.821	.738	.724	1.00						
	33Ptp	.323	.069	.095	.255	-.112	.256	-.232	-.009	-.084	-.209	.568	.496	.521	.548	1.00					
	34Rcd	.516	-.177	-.101	.579	-.203	.355	-.472	-.154	-.174	-.024	.947	.720	.940	.791	.542	1.00				
	39Tti	.026	-.028	.028	.019	-.049	.093	-.001	-.022	.239	.051	.027	-.006	.064	.051	-.063	.030	1.00			
	41Faa	-.096	-.243	-.179	.251	.097	.157	-.575	-.070	-.252	-.051	.005	-.131	.121	.073	.076	.051	.057	1.00		
	52Smq	.013	.064	.046	-.174	.008	-.031	.125	.066	.076	-.024	-.052	-.132	-.021	-.038	-.031	-.080	.080	.012	1.00	
	53Pmi	.104	.075	.126	.033	-.096	.002	-.028	.134	.003	.153	.209	.197	.238	.135	.077	.263	.086	-.030	-.091	1.00

Para el análisis multivariado, se consideró la reducción de la dimensión del conjunto de variables sin perder la información original, escogiendo un número de componentes que expliquen la mayor varianza total con estandarización a valores Z, donde la media es 0 y la desviación típica 1, construyendo nuevas variables sin ninguna dimensión. Se siguieron las etapas: a) selección de la muestra, selección y transformación de variables a utilizar, b) selección y aplicación del criterio de agrupación y c) determinación de la estructura correcta (elección del número de grupos). La **Figura 3** muestra el procedimiento de reducción de la dimensión de una tabla de variables para obtener otra de menor número de variables por combinación lineal de las originales, permitiendo un análisis más simple del problema.



**Figura 3.** Reducción de la dimensión de un conjunto de variables. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017. Adaptado de Valerio et al. (2004)

### **3.4 SUSTENTABILIDAD DE UNIDADES PRODUCTORAS CON TARWI**

El manejo del agroecosistema sustentable altoandino, satisface los objetivos ecológicos (preserva la base de los recursos naturales y la biodiversidad), económicos (garantiza los derechos económicos de todos los usuarios), y es culturalmente aceptado y socialmente justo (mejora la calidad de vida de sus usuarios) (Castro, 2010). Para evaluar la sustentabilidad, se usó la metodología propuesta por Sarandón (2002), adaptada para las UPT, considerando las tres dimensiones de sustentabilidad (económica, ecológica y socio-cultural).

#### **3.4.1 Población y muestra**

La población y muestra fue mediante una encuesta tipo estructurada, mediante un muestreo irrestricto aleatorio (Scheaffer et al., 1987; Martínez-Reina, 2013), la población, número total de UPT (N: 490) presentes en el área de influencia altoandinas en el valle del Mantaro, con tamaño de muestra de n: 114 UPT (**Anexo 1**). Estructuralmente, la encuesta contiene tres dimensiones: a) Dimensión Económica (IK), b) Dimensión Ecológica (IE) y c) Dimensión Socio-Cultural (ISC) (**Anexo 2**).

#### **3.4.2 Selección de Sub-Indicadores**

La formulación y construcción de los indicadores fue parte del proceso de planificación. La metodología y el marco conceptual propuesto por Sarandón (2002), sirvió para seleccionar y construir los sub-indicadores y sus variables, adaptada al cultivo de tarwi, considerando que la propuesta original está diseñada para unidades productoras con cultivos anuales.

Para la elaboración de los indicadores y sub-indicadores (**Tabla 5**), se priorizó las necesidades y problemas de forma participativa con los productores (Bolívar, 2011), usuarios del INIA- Huancayo, MINAGRI-DRAJ, Agencias Agrarias: Concepción y Jauja, siguiendo los lineamientos dada por Roming et al. (1996) y Lefroy et al. (2000) citados por Sarandón et al. (2006); Sarandón y Flores (2009).

#### **3.4.3 Estandarización y ponderación de indicadores**

Para permitir la comparación de las UPT y facilitar el análisis de las dimensiones de la sustentabilidad, los datos fueron estandarizados a una escala para cada indicador, de 0 a 4, siendo 4 el mayor valor de sustentabilidad y 0 el valor más bajo de sustentabilidad (Sarandón et al., 2006; Sarandón y Flores, 2009). Posteriormente, los indicadores fueron ponderados

multiplicando el valor de la escala por un coeficiente de acuerdo a la importancia relativa de cada variable respecto a la sustentabilidad. Este coeficiente multiplica, tanto el valor de las variables que forman el indicador, como el de los indicadores de mayor nivel o índices (Sarandón et al., 2006). La ponderación se realizó por medio de consulta de los técnicos agentes del MINAG (Agencia Agraria de Concepción y Jauja), expertos especialistas del INIA-Huancayo y básicamente con la opinión de los propios productores (Roming et al., 1996, Lefroy et al., 2000) citado por Sarandón et al. (2006); Bolivar (2011).

**Tabla 5.** Indicadores y Sub-Indicadores para evaluar la sustentabilidad en el cultivo de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

Dimensión	Indicadores		Sub-Indicadores	
<b>Económica (IK)</b> Determina si los sistemas son económicamente viables <sup>(1)</sup>	A	Autosuficiencia alimentaria	A1	Diversificación de la producción (producto: cultivos)
			A2	Superficie de producción de autoconsumo
			A3	Rendimiento promedio de grano (tarwi)
			A4	Incidencia de plagas y enfermedades
	B	Ingreso neto mensual por grupo		
	C	Riesgo Económico	C1	Diversificación para la venta (producto: si comercializa)
			C2	Número de vías de comercialización (canal)
C3			Dependencia de insumos externos (%)	
<b>Ecológica (IE)</b> Determina, un sistema será ecológicamente sustentable si conserva la base de los recursos productivos y disminuye el impacto sobre los recursos extra prediales <sup>(1)</sup>	A	Conservación de la vida del suelo	A1	Manejo de la cobertura vegetal
			A2	Manejo de residuos de cultivo
	B	Riesgo de erosión	B1	Pendiente predominante
			B2	Orientación de los surcos
	C	Manejo de la biodiversidad	C1	Biodiversidad temporal
			C2	Biodiversidad espacial
<b>Socio-Cultural (ISC)</b> Determina el grado de satisfacción de los aspectos socio culturales <sup>(1)</sup>	A	Satisfacción de las necesidades básicas	A1	Vivienda
			A2	Acceso a la educación
			A3	Acceso a salud y cobertura sanitaria
			A4	Servicios
	B	Aceptabilidad del sistema de producción		
	C	Integración social a sistemas organizativos		
	D	Conocimiento y Conciencia Ecológica		

Adaptado de Sarandón et al. (2006). <sup>(1)</sup>: Santisteban (2016)

### 3.4.4 Definiciones operacionales

Las fórmulas para el cálculo del índice de sustentabilidad (adaptado de Sarandón et al., 2006) de las tres dimensiones, fueron:

Indicador económico (IK):

$$IK = \frac{2[(A1 + A2 + A3 + A4)/4] + B + (C1 + C2 + 2C3)/4}{4}$$

Indicador ecológico (IE):

$$IE = \frac{(A1 + 2A2)/3 + (2B1 + B2)/3 + (C1 + C2)/2}{3}$$

Indicador socio-cultural (ISC):

$$ISC = \frac{2[(2A1 + 2A2 + 2A3 + 2A4)/8] + 2B + C + D}{6}$$

Con los datos de los macro indicadores IK, IE e ISC, se calculó el índice de sustentabilidad general (IS-G), valorando las tres dimensiones, de acuerdo al marco conceptual definido previamente, cuya relación general es (Sarandón et al., 2006):

$$IS-G = \frac{IK + IE + ISC}{3}$$

Sarandón et al. (2006), definió un valor umbral o mínimo que debía alcanzar el índice de sustentabilidad general (IS-G) para considerar una UPT sustentable, este umbral, debe ser igual o menor que el valor medio de la escala, es decir, 2. Además, consideró que ninguna de las dimensiones debe tener un valor menor a 2; usando como lineamiento en este trabajo. El análisis de sustentabilidad fue individual para cada UPT (finca), en ellas se determinó los puntos críticos de las tres dimensiones de la sustentabilidad de manera individual.

### 3.5 EFECTOS DE GENOTIPOS AVANZADOS DE TARWI

A fin de evaluar el potencial de rendimiento en los ecotipos avanzados de tarwi en las UPT de las zonas alto andinas del valle del Mantaro, se empleó, el tipo de investigación aplicada, cuantitativa y experimental, cuyos resultados contribuyan a la obtención de una nueva variedad mejorada para la zona en estudio.

### 3.5.1 Localización

Los campos experimentales se establecieron (eligieron) según lo indicado en los ítems de caracterización y sustentabilidad de las UPT. Cada experimento fue instalado en réplicas por localidad, con la finalidad de que los resultados coadyuven a consolidar una nueva variedad de tarwi para estos dominios de recomendación. Las localidades fueron: Matahulo (Mito, Concepción: 3 286 msnm), Acolla (Jauja: 3 467 msnm), Cruz Pampa (Síncos, Jauja: 3 815 msnm) y EEA Santa Ana (El Tambo, Huancayo: 3 260 msnm), en tres zonas, alta (3 815 msnm), intermedia (3 467 msnm) y baja (3 260-3 286 msnm).

### 3.5.2 Material genético

El material genético evaluado fue conformado por colectas realizadas en las regiones norte (La Libertad), centro (Junín) y sur (Cusco) buscando mayor variabilidad genética, desde la campaña agrícola 2010-2011 (**Tabla 6**), fueron ecotipos cultivados in situ y caracterizado por el INIA-Huancayo para los fines de estudio de estabilidad.

**Tabla 6.** Ecotipos de tarwi colectados y evaluados. Campaña Agrícola 2010 a Campaña Agrícola 2014. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

Nº Orden	CLAVE	Departamento	Provincia	Distrito	Altitud (msnm)
1	08-1419	Cusco	Cusco	Cusco	3327
2	08-1353	Cusco	Cusco	Cusco	3327
3	08-1457	Cusco	Cusco	Cusco	3327
4	12-0025	Junín	Concepción	Aco	3426
5	08-1596	Cusco	Cusco	Cusco	3327
6	08-1416	Cusco	Cusco	Cusco	3327
7	13-0944	La Libertad	Sánchez Carrión	Chugay	3250
8	08-1576	Cusco	Cusco	Cusco	3327
9	08-0581	Cusco	Anta	Andahuasi	3335
10	08-0501	Cusco	Anta	Surite	3391
11	08-1493	Cusco	Cusco	Cusco	3327
12	08-1329	Cusco	Cusco	Cusco	3327
13	08-1616	Cusco	Cusco	Cusco	3327
14	08-1695	Cusco	Cusco	Cusco	3327
15	08-1501	Cusco	Cusco	Cusco	3327
16	Yunguyo				
17	Andenes 90				

FUENTE: EEA Santa Ana-INIA. Huancayo-Junín-Perú.

Las evaluaciones de los ecotipos a nivel del valle del Mantaro por el INIA-EEA Santa Ana-Huancayo, seleccionados a través de diferentes ciclos de evaluación de acuerdo al esquema de mejoramiento genético, vía ensayos en campo mediante una selección por adaptación, rendimiento y enfermedades prevalentes, luego del tamizado quedaron tres ecotipos

avanzados de tarwi para el uso en el presente ensayo final (**Tabla 7**). El testigo, es propio del agricultor por localidad y cultivado comercialmente según procedimientos locales.

**Tabla 7.** Material genético de tarwi. EEA Santa Ana. INIA, Huancayo. 2015.

Designación		Ecotipos avanzados		
T	G	Codificación	Procedencia	Altitud (msnm)
T <sub>1</sub>	G <sub>1</sub>	E-13-0944	La Libertad-Sánchez Carrión-Chugay	3250
T <sub>2</sub>	G <sub>2</sub>	E-08-0501	Cusco-Anta-Surite	3391
T <sub>3</sub>	G <sub>3</sub>	E-08-1576	Cusco-Cusco-Cusco	3327
T <sub>4</sub>	G <sub>4</sub>	Testigo Local	Del agricultor	

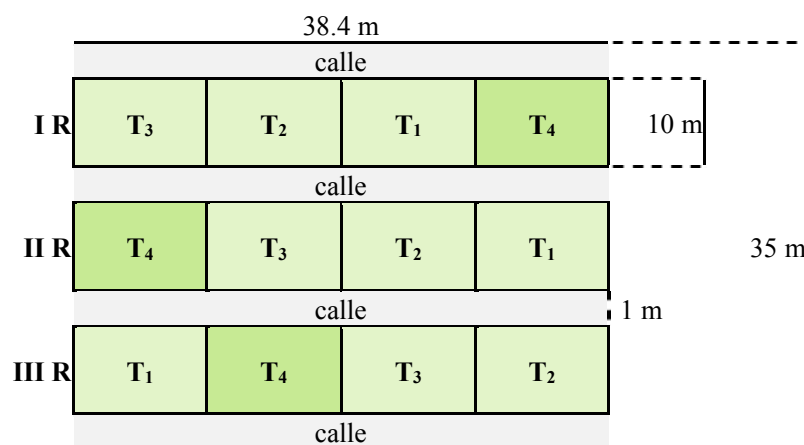
T: tratamientos. G: genotipo

### 3.5.3 Diseño experimental

Los ensayos individuales, se establecieron en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones por localidad. Para el establecimiento del cultivo, se empleó la tecnología generada en la EEA Santa Ana-INIA-Huancayo. Características agronómicas de siembra, 0.8 m entre surcos, 0.4 m entre golpes y 4 semillas por golpe, alcanzando una densidad de 125 500 plantas.ha<sup>-1</sup>.

En cada localidad (Matahulo, Acolla, Cruz Pampa y Hualahoyo-EEA Santa Ana), el experimento fue instalado en surcos. Las características fueron: Longitud de surco: 10 m, distanciamiento entre surco: 0.8 m. Distribución: PARCELA: Longitud: 10 m, ancho: 9.6 m<sup>2</sup>, área: 96 m<sup>2</sup>, área por surco: 8 m<sup>2</sup>, surcos por parcela: 12. REPETICIONES: 3, longitud: 38.4 m (48 surcos x 0.8 m entre surcos), ancho: 10 m, área: 384 m<sup>2</sup>, área total (repeticiones): 1152 m<sup>2</sup>. CAMPO EXPERIMENTAL: Longitud: 38.4 m, ancho: 35 m, área total: 1344 m<sup>2</sup>.

#### CROQUIS EXPERIMENTAL





### 3.5.4 Análisis estadístico

**a. Análisis estadístico descriptivo.** Para las variables de fenómenos restrictivos de la producción (daño por insectos plagas y enfermedades) se aplicó:

Media aritmética:

$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{n}$$

**b. Análisis de varianza.** Se realizaron los análisis estadísticos individuales (**Tabla 8**) y combinados (**Tabla 9**) de varianza para las diferentes características agronómicas definidas en los componentes de rendimiento indirectos y directos, además del fenómeno restrictivo de abiotismo negativo (heladas a la planta y grano).

Del análisis individual el modelo que explica el comportamiento de cualquier genotipo en cada localidad es:  $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

Donde:

$Y_{ij}$  = comportamiento medio del genotipo “i” en la repetición “j”, para el carácter de interés.

$\mu$  = media general del experimento

$\tau_i$  = efecto del genotipo “i”

$\beta_j$  = efecto de la repetición “j”

$\varepsilon_{ij}$  = error experimental

Para los análisis individuales los efectos de bloques y genotipos fueron considerados fijos utilizando como denominador para la prueba de F de la fuente de variabilidad genotipos el cuadrado medio del error experimental.

**Tabla 8.** Análisis de varianza individual. Efecto de genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

ANALISIS DE VARIANZA			
Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Cuadrado medio	Valor de F
Bloques	(b-1) : 2	CM1	CM1/CM3
Genotipos	(g-1) : 3	CM2	CM2/CM3
Error	(b-1)(g-1) : 6	CM3	
Total	bg-1 : 11		

b: 3. g: 4

Del análisis combinado, el modelo que explica el comportamiento de cualquier genotipo en los diferentes ambientes (localidades) de evaluación es (Bertoia, 2012):

$$Y_{abgk} = \mu + \alpha_a + \beta_b(\alpha_a) + \gamma_g + \gamma_g * \alpha_a + \epsilon_{abgk}$$

Donde:

$Y_{abgk}$  = comportamiento medio para la variable analizada

$\mu$  = media general a través de todos los ambientes

$\alpha_a$  = efecto del ambiente “a”

$\beta_b(\alpha_a)$  = efecto de la repetición “b” anidada en el ambiente “a”

$\gamma_g$  = efecto del genotipo “g”

$\gamma_g * \alpha_a$  = efecto de interacción genotipo “g” x ambiente “a”

$\epsilon_{abgk}$  = Error experimental combinado de la observación

**Tabla 9.** Análisis de varianza combinado. Efecto de genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

ANÁLISIS DE VARIANZA			
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Cuadrado medio	Valor de F
Ambiente (A)	a-1 : 3	CM1	CM1/CM2
Bloques/A	a(b-1) : 8	CM2	CM2/CM5
Genotipo (G)	g-1 : 3	CM3	CM3/CM4
GA	(a-1)(g-1) : 9	CM4	CM4/CM5
Error conjunto	a(b-1)(g-1) : 24	CM5	
Total	abg-1 : 47		

a: 4. b: 3. g: 4. F: ambientes aleatorias y genotipos fijos (McIntosh, 1983, citado por Morillo-Velarde, 2008)

Del análisis combinado, los efectos de los genotipos se consideraron fijos y los efectos de los ambientes aleatorios. En este caso, para la prueba de F de ambientes (A) se utilizó como denominador el cuadrado medio de la fuente de variación bloques/ambientes; para genotipos (G) se utilizó como denominador el cuadrado medio de interacción genotipo x ambiente (GA) y para la fuente de variación de la interacción (GA) el error experimental combinado.

**c. Análisis AMMI.** El análisis AMMI (Additive Main effects and Multiplicative Interaction) tiene como objetivo, reunir gran parte de la interacción GA en pocos ejes sintéticos; usando así grados de libertad, resultando en modelo reducido, que descarta un residuo adicional. El análisis se basa en un modelo estadístico lineal-bilineal, en el que los efectos principales de genotipos y de ambientes, considerados términos lineales, se explican mediante el análisis de varianza convencional; el componente bilineal (no aditivo) se atribuye a la interacción genotipo x ambiente y se analiza mediante técnicas de componentes principales (Salas et al., 2009). Considerando que, si los dos primeros componentes principales explican una parte importante de la variabilidad de la matriz GA, los resultados son presentados gráficamente

en un *Biplot* de dos vías que permiten visualizar e interpretar las relaciones espaciales de los mismos, donde se considera A y G. Enfatizando que las puntuaciones AMMI no miden la estabilidad sino el grado de interacción del genotipo con el ambiente, y que este modelo es efectivo para explicar el comportamiento de los genotipos (Williams et al., 2010).

### **3.5.5 Población y muestra**

Se realizó mediante la muestra probabilística, empleando dos metros lineales y situados en los surcos centrales de cada parcela, cuyas características se enmarcan en:

- Seleccionadas al azar
- Todos los sujetos tienen la misma oportunidad de ser incluidos en el estudio
- Garantiza representatividad

Población : Plantas en los surcos centrales

Muestra : Cinco plantas dentro de los surcos centrales

### **3.5.6 Procedimientos de análisis de datos**

Con la información obtenida se generó una base de datos, las cuales fueron examinados basados en el análisis de varianza propio del diseño estadístico experimental (BCA y BCA-Combinado), y comparados mediante la prueba múltiple de Tukey al nivel, 0.05. Los resultados fueron sistematizados en hojas de cálculo (Excel 2016) y analizados con el paquete estadístico SAS V9.2 (Statistical Analysis System). Para los factores bióticos, se interpretó sobre la base del resultado de campo y laboratorio de sanidad.

### **3.5.7 Identificación de variables**

Se incluyeron las características fáciles de obtener, de interpretar, que brinden la información necesaria y que permitieron identificar y explicar tendencias en el ámbito del manejo tecnológico (**Tabla 10**).

Considerando que el cultivo del tarwi se estableció en condiciones de secano, la instalación fue en “campana grande” o establecimiento de las lluvias, durante la primera y segunda semana de octubre de 2015, utilizando tres ecotipos avanzados de tarwi y comparados con un testigo local.

**Tabla 10.** Identificación de variables. Efecto de genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

Variables evaluadas					
Características Agronómicas			Daño		
Componentes		Rendimiento esperado (R)	Plagas	Enfermedades	Factor abiótico
Rendimiento	Adaptación ambiental				
Pha	Porcentaje de emergencia	R de los componentes de rendimiento (RCR)	“Gorgojito negro de los Andes” (*)	Antracnosis: <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Heladas
VEC	Altura de planta		<i>Agrotis</i> sp	Roya: <i>Uromyces lupini</i>	
VRP	Días al 50% de floración	R de campo (Rha)	<i>Copitarsia turbata</i>	Marchitez: <i>Rhizoctonia solani</i>	
GV			<i>Liriomyza huidobrensis</i>		
PCG					

Pha: plantas por ha. VEC: vainas del eje central. VRP: vainas del resto de la planta. GV: granos por vaina. PCG: peso de cien granos. (\*): complejo de gorgojos, *Adioristus* sp, *Scoetoborus* sp, *Cyldrorhinus* sp

#### a. En laboratorio

**Determinación peso de semillas.** Se seleccionaron las semillas, clasificándolas por peso y tamaño (siembra). Para la cosecha, se ejecutó, cuando los granos alcanzaron el 14% (grano seco). En cada caso, se procedió a determinar el peso de 100 granos.

**Porcentaje de germinación.** De las semillas seleccionadas (semilla pura), se eligió al azar, 400 semillas separadas en grupos de 100 semillas. Se sembraron sobre toallas de papel humedecidas con agua desinfectada con lejía y enrolladas, así, al término de 30 días se contabilizaron las plántulas establecidas. Aquellas que presentaron plántulas, cotiledones y raíces seminales sanas, se constituyeron en plántulas normales permitiendo determinar el porcentaje de germinación, que sirvió para la compensación de la dosis de siembra.

#### b. En campo

##### b.1 Rendimiento de grano

- **Rendimiento esperado proveniente de los componentes de rendimiento (RCR).** Determinado en gabinete. Tabulados los componentes de rendimiento (plantas por ha, vainas totales por planta, granos por vaina, peso de 100 granos), el producto de estos componentes determinó el rendimiento en  $t.ha^{-1}$ .
- **Rendimiento esperado proveniente de la cosecha en campo (Rha).** Evaluado en campo, después de la cosecha y trilla de las parcelas individuales (seis surcos

centrales: 48 m<sup>2</sup>) por ambiente o localidad, se determinaron los pesos y fueron ajustados a t.ha<sup>-1</sup>.

## **b.2 Componentes de rendimiento**

- **Plantas por unidad de superficie.** Primer componente de rendimiento, contabilizadas en los surcos centrales en dos metros lineales al azar. Cada muestra representó 3.2 m<sup>2</sup> (2 m de longitud de surco x 2 surcos x 0.8 m de distancia entre surcos). Obtenida las muestras se estimó “plantas por m<sup>2</sup>” y llevadas a plantas por hectárea.
- **Vainas del eje central.** Segundo componente de rendimiento, se procedió después de establecer el estado fenológico en maduración plena, contabilizadas en los surcos centrales de la unidad experimental en los ejes centrales de la planta, registrando el promedio de vainas de cinco plantas elegidas al azar.
- **Vainas del resto de la planta.** Tercer componente de rendimiento, contabilizadas las vainas en las mismas plantas después de evaluadas el número de vainas del eje central, siempre, registrando el promedio de vainas de cinco plantas.
- **Granos por vaina.** Cuarto componentes de rendimiento, registrado en promedio de cinco vainas tomadas al azar dentro de los surcos centrales.
- **Peso de 100 semillas.** Quinto componente de rendimiento. Indica la densidad de la semilla (peso específico). La evaluación se realizó en condiciones de laboratorio, previa determinación del contenido de humedad de la semilla (13-14 por ciento). Para el efecto se tomó al azar 100 semillas por unidad experimental y se expresó en gramos.

## **b.3 Componentes de adaptación ambiental**

- **Porcentaje de emergencia.** Las plantas emergidas entre los 25 a 30 días después de la siembra fueron contabilizadas en los surcos centrales en dos metros lineales al azar. Cada muestra representó 3.2 m<sup>2</sup> (2 m de longitud de surco x 2 surcos x 0.8 m de distancia entre surcos). Obtenida las muestras se estimó el porcentaje de emergencia.
- **Altura de planta.** Se procedió después de la evaluación del estado fenológico de floración plena (50 por ciento de plantas), dado a que la planta en este estado alcanza su máximo crecimiento. Se evaluó midiendo con una regla graduada desde la base

del cuello al final de la inflorescencia del tallo principal en cinco plantas elegidas al azar en los surcos centrales, expresado en centímetros.

- **Días a la floración.** Se registró el número de días transcurridos a partir de la fecha de siembra, hasta que el 50 por ciento de las plantas alcanzaron la floración, y dentro de cada planta también presentó el 50 por ciento de floración. Las muestras fueron de cinco plantas elegidas al azar en los surcos centrales.

#### **b.4 Fenómenos restrictivos de la producción**

Para la evaluación de plagas y enfermedades, se consideró la escala propuesta por CIRF (1981) donde el daño que los agentes causan a la planta, causan reacciones calificadas como sin síntomas, ligera, intermedia, severa y letal, que indica valores cualitativos; ésta escala, queda evidenciada con diferente valoración (CIMMYT, 1995), indicando para plagas por insectos, si existe grandes diferencias, se califique el daño según una escala de 1 a 5, donde 1 equivale a ningún daño y 5, a una infestación muy intensa; del mismo modo para la infección de las enfermedades foliares, se registrará según una escala de 1 a 5, donde 1 indica la ausencia de la enfermedad y 5, una infección muy severa. Para el efecto, se tomó como referencia la *incidencia*, sobre la base de la cantidad de individuos o partes contables de un individuo, afectados por una determinada plaga, enfermedad o helada, respecto al total analizado y expresado en porcentaje, denominando la *severidad*, como una estimación visual en la cual se establecen niveles de infección o infestación en determinada planta sobre la base de la cantidad de tejido vegetal enfermo o dañado; estas apreciaciones visuales son subjetivas y hacen referencia al porcentaje del área enferma o dañada de una hoja, tallo o fruto.

El comportamiento de daño por plagas insectiles, enfermedades o heladas referidas en la **Tabla 10** fueron evaluadas siguiendo los lineamientos citadas por CIRF (1981), CIMMYT (1995), IPGRI/CIP (2003), adaptadas para la evaluación correspondiente y calificadas como porcentaje de *incidencia*. Las escalas se muestran en la **Tabla 11**:

**Tabla 11.** Escalas de determinación de incidencia por daño de los fenómenos restrictivos de la producción. Efecto de genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

Denominación	Escala	Porcentaje de daño	Tipo de reacción
Plagas	1	0%	Muy baja o con signos visibles de susceptibilidad
	2	1-10%	Baja o ligera
	3	11-25%	Intermedia
	4	26-40%	Alta o severa
	5	> 40%	Muy alta o letal
Enfermedades	1	0%	Libre de la enfermedad
	2	1-10%	Ligera
	3	11-25%	Moderada
	4	26-40%	Severa
	5	> 40%	Muy severa
Heladas	1	0%	Muy baja, altamente tolerante
	2	1-10%	Baja, tolerante
	3	11-25%	Intermedia, tolerante parcial
	4	26-40%	Alta, susceptible
	5	> 40%	Muy alta, altamente susceptible

Adaptadas de CIRF (1981), CIMMYT (1995), IPGRI/CIP (2003)

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES PRODUCTORAS CON TARWI

El enfoque de “sistemas de producción” ha cobrado creciente importancia como instrumento para la caracterización de procesos productivos y la planificación racional de las labores de investigación y extensión (Miranda y Carranza, 2013). En tal sentido, al agrupar las explotaciones por sus principales diferencias y relaciones, busca maximizar homogeneidad dentro de los grupos y heterogeneidad entre los grupos (Valerio et al., 2004).

La caracterización de las explotaciones agropecuarias, es la descripción de las unidades productoras con tarwi (UPT) de la zona alto andina del valle del Mantaro, inmersas en los centros poblados de Quicha Grande, Cruz Pampa, Acolla y Hualahoyo, comprendidas en un dominio de recomendación que comprende el cultivo de tarwi.

#### 4.1.1 Revisión y selección de variables

Vilchis (2014), asevera que, el coeficiente de variación (CV) elimina la dimensionalidad de las variables, es el cociente entre la desviación típica y la media, mide la dispersión relativa, como cociente entre la dispersión absoluta (desviación estándar) y el promedio (media aritmética). Por lo que, entre las posibles distribuciones dadas se dirá que posee menor dispersión aquella cuyo CV sea menor. Para el análisis estadístico en caracterización (análisis multivariante), el uso del CV es exactamente lo contrario, nos interesa aquellas variables con mayor variabilidad.

Sobre la base de este concepto, de las 55 variables originales (**Anexo 3, 4, 5**), se seleccionaron las variables que efectivamente puedan contribuir al análisis multivariante de tipificación, son 20 variables las seleccionadas con valores mayor a 40 por ciento ( $CV > 40$  por ciento, Lores et al., 2008) y, por lo tanto, fueron considerados como variables con alto poder discriminante, entre ellas, 8 variables cuantitativas y 12 variables categóricas (**Tabla 12**).



**Tabla 12.** Variables seleccionadas por coeficiente de variación (CV). Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

Variable		$\bar{x}$	DS	CV (%)
Descripción	Cod.			
<b>ASPECTO SOCIO ECONÓMICO DEL AGRICULTOR (ASEA)</b>				
Nivel de instrucción (Ca)	3Nir	1.99	0.99	49.6
Hijos menores de 18 años (Ca)	4Hm	2.18	1.27	58.2
Aportantes de gastos a la casa (Cu)	5Apg	1.79	0.74	41.5
Ingreso mensual del agricultor (Cu)	9Ima	904.5	45.9	50.5
Tipo de animales (Ca)	11TAn	14.7	6.81	46.3
Medio de comunicación que utiliza (Ca)	12Mci	6.32	2.89	45.8
Transporte público zonal (Ca)	13aTPz	1.99	1.00	50.0
Participa o pertenece en organización de (Ca)	14Porg	2.18	1.34	61.4
Actividad a la que se dedica la familia (Ca)	15Adf	3.78	1.88	49.6
De quién recibe la capacitación (Ca)	17Dcap	8.33	5.02	60.2
<b>ASPECTO SOCIO ECONÓMICO DE LA FINCA (ASEF)</b>				
Extensión de terreno (ha) de cultivo que posee (Cu)	19Etc	2.6	3.46	133.0
Área total (ha) cultivada de tarwi (Cu)	22Actw	0.46	0.55	118.0
Área (ha) total cultivada de otros cultivos (Cu)	25Acoc	2.36	3.3	140.0
Costo (ha) para producir tarwi (Cu)	29Chatw	1107.5	904.3	81.6
Trabajadores en su predio incluido Ud. (Cu)	33Ptp	3.41	1.88	55.1
Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> ) de cultivos diferentes al tarwi (Cu)	34Rcd	19.9	25.8	130.0
Tenencia de la tierra (Ca)	39Tti	3.83	1.64	42.7
<b>FACTORES AMBIENTALES DEL PREDIO (FAP)</b>				
Fuente de abastecimiento de agua (Ca)	41Faa	1.54	0.88	57.0
Realiza control biológico, ¿con qué? (Ca)	52Smq	1.37	0.94	68.6
Problema de mayor importancia, campaña de tarwi (Ca)	53Pmi	10.9	5.93	54.4

Ca: datos categóricos. Cu: datos cuantitativos. Cod.: codificación de variables. DS: desviación estándar. CV: coeficiente de variación. CV > 40% (mayor poder discriminante, Lores et al., 2008).

La matriz completa de correlaciones entre las variables retenidas (20 variables), indica que la variable 19Etc: extensión de terreno (ha) de cultivo que posee, muestra una correlación directa fuerte con, 34Rcd: Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>) de cultivos diferentes al tarwi con 0.947, 25Acoc: área (ha) total cultivada de otros cultivos con 0.929, 29Chatw: Costo (ha) para producir tarwi con 0.821, y 22Actw: área total (ha) cultivada de tarwi con 0.722; indicando que, 19Etc, es determinante para medir el aspecto socio-económico de las UPT. De modo general, se identificó hasta cuatro grupos de variables fuertemente vinculadas entre sí, por consiguiente, condujeron a que un único fenómeno estuviese representado múltiples veces en análisis posteriores.

La prueba de medida KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) de adecuación de muestreo (**Tabla 13**) fue, 0.776 (> 0.05); indica que las 20 variables están bien elegidas, y la prueba de esfericidad de Bartlett, presenta una significación de 0.000 (se acepta la hipótesis nula (<0.05) que demuestra, se puede trabajar con este diseño.

**Tabla 13.** Prueba de KMO y Bartlett. Análisis de los componentes principales. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

Prueba de KMO y Bartlett	Variables seleccionadas
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	0.776
Prueba de esfericidad de Bartlett	
Aprox. Chi-cuadrado	1259.003
gl	190
Sig.	0.000

KMO: valor > 0.05 indica que las variables están bien elegidas. Bartlett: valor < 0.05 demuestra que se puede trabajar con este diseño. CV > 40% (20 variables seleccionadas)

#### 4.1.2 Análisis de componentes principales

La **Tabla 14** contiene los valores propios y las inercias explicadas por los componentes, iniciales en el primer bloque, después de la extracción en el segundo, y después de la rotación en el tercero. Mediante el procedimiento del análisis de los componentes principales (ACP) se extrajeron siete componentes principales (CP) y son las que más peso tienen.

**Tabla 14.** Método de extracción, varianza total explicada. Análisis de los componentes principales. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

Componentes Principales	Varianza del componente*	% varianza total	% Varianza acumulada	% varianza acumulada (rotación)
Variables seleccionadas: matriz de 114 x 20				
C1	6.040	30.201	30.201	28.867
C2	2.069	10.346	40.547	38.077
C3	1.455	7.274	47.821	45.522
C4	1.247	6.237	54.059	51.936
C5	1.202	6.011	60.069	58.256
C6	1.081	5.405	65.475	64.466
C7	1.017	5.083	70.558	70.558

\* criterio Kaiser: se conserva aquellos factores cuyo autovalor asociado sea > 1.

La varianza total explicada, determina que el primer componente (C1) explica mejor lo que está pasando en el problema con 30.201 por ciento de la inercia total de la nube de puntos, C2, 10.346 por ciento, explica el problema medianamente, mientras que C7 explica el 5.083 por ciento, observando las bajas de porcentaje en los componentes siguientes que en conjunto explican el 70.558 por ciento de la varianza de la matriz de las 114 UPT por las 20 variables seleccionadas; Coronel de Renolfi y Ortuño (2005), propone un punto de corte entre 70-80 por ciento, que, interpretando el resultado, para efectos del número de componentes, no fue necesario reajustar el número de variables, puesto que en ellas se encuentran las variables que expresan la estructura, la realidad socioeconómica de las UPT, y que aún más, cada CP tiene varianza máxima no correlacionada con los restantes. El

primero (C1) es la combinación de variables que expresa la mayor varianza del fenómeno, con valor de 6.04 (criterio Kaiser).

Seleccionados los componentes principales, los coeficientes se examinaron con la carga factorial  $>0.6$  con la finalidad de asignar una interpretación a cada uno de ellos, considerando que los CP se interpretan en el contexto de las variables con coeficientes altos, en valor absoluto (Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005; Coronel de Renolfi y Cardona, 2009). Para interpretar los primeros se calculó el peso que las variables tienen en cada componente (**Tabla 15**).

**Tabla 15.** Cargas factoriales en la matriz de componente no rotado<sup>a</sup>. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

Variables seleccionadas	Cargas factoriales						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
34Rcd	.935	.148			-.121		
19Etc	.926	.193					
25Acoc	.878	.140				.187	
29Chatw	.870		-.128				
22Actw	.783	.245				-.205	
9Ima	.708	-.234	.148			-.156	-.167
13aTPz	-.626	.603	-.202				.181
33Ptp	.609	.227	-.141	.358	.187		-.140
3Nir	.600	.189	.177		.156	-.292	.167
12Mci	.476	-.168	.313	.316	.246		.257
41Faa	.169	-.731	.155			.410	-.252
4Hm	-.265	.508	-.290	.371		.346	
15Adf	-.202	.424	.450	-.388	.278	-.218	-.204
39Tti			.443	-.431	.236	.410	
5Apg	-.119	.332	.355	.551	.141		.101
11TAn	-.216	-.324	.311	.369		-.126	.336
53Pmi	.202	.339	.281		-.565	.302	-.156
52Smq	-.113	.108			.546	.490	.170
17Dcap	-.153	.103	.439	-.112	-.537		.400
14Porg	-.191	.244	.452	.237			-.608
Varianza Explicada	6.04	2.069	1.455	1.247	1.202	1.081	1.017
Proporción total (varianza total)	.30201	.10346	.07274	.06237	.06011	.05405	.05083

Método de extracción: Análisis CP. Marca de cargas factoriales  $> 0.6$  (Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005). a. 7 componentes extraídos (C1...C7).

La extracción de los CP (no rotados), se infiere que el componente C1 (Grupo 1), tiene un alto grado de dependencia en nueve variables (7 cuantitativas: 34Rcd, 19Etc, 25Acoc, 29Chatw, 22Actw, 9Ima, 33Ptp, y 2 categóricas: 13aTPz, 3Nir); con una variable categórica, los componentes C2 con 41Faa, y C7 con 14Porg. Once variables superaron la marca de carga factorial. Resultados que no permitieron una explicación satisfactoria a los dos o tres

factores que explicaran la mayor cantidad posible de la varianza total, específicamente en la variable 3Nir: nivel de instrucción responsable, con marca de carga de 0.6, procediendo a aplicar el análisis factorial (AF), para hallar nuevos factores sintéticos con cargas fáciles de estudiar.

#### 4.1.3 Análisis factorial

El propósito del análisis factorial es, hallar nuevos factores cuyas cargas fueran fáciles de estudiar, con el fin de asignarles sentido y nombre a cada uno de ellos. Al rotar los factores iniciales mediante rotación ortogonal -mantiene la calidad global de la representación y la capacidad conjunta de los factores para retener la información de cada variable- y rotación varimax -otorga el mejor significado a los factores- (Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005; Coronel de Renolfi y Cardona, 2009; Carrasco et al., 2017).

Los resultados definieron siete factores (F1, F2, ..., F7) que explican el 54.364 por ciento (**Tabla 16**), resultado que permite aseverar respecto a la varianza acumulada, un 50 por ciento de la varianza total explicada de manera acumulativa a nivel del sexto eje o factor (F6: 51.181) resulta estadísticamente suficiente para considerar y seleccionar estos ejes como factores que permiten analizar el fenómeno de la variabilidad funcional del conjunto de unidades productoras con tarwi estudiadas (Paéz et al., 2003). Según el criterio Kaiser (autovalores asociados >1), se precisan cuatro factores de F1 a F4, que definieron las variables sintéticas.

**Tabla 16.** Método de extracción, varianza total explicada. Análisis Factorial rotado. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

Factores	Varianza del componente*	% varianza total	% Varianza acumulada
Variables seleccionadas: matriz de 114 x 20			
F1	5.341	26.705	26.705
F2	1.518	7.588	34.293
F3	1.009	5.046	39.339
F4	1.000	5.001	44.340
F5	.711	3.557	47.897
F6	.657	3.284	51.181
F7	.636	3.182	54.364

\* criterio Kaiser: se conserva aquellos factores cuyo autovalor asociado sea > 1.

La **Tabla 17** muestra las cargas factoriales de cada variable sobre los siete factores. La interpretación física de los factores extraídos, indica, correlación alta en el F1 con las variables 19Etc, 34Rcd, 25Acoc, 29Chatw, 22Actw y 33Ptp; el factor F2 con las variables

41Faa y 13aTPz, y el factor F4 con la variable 15Adf. La marca de carga factorial ( $> 0.6$ ), lo agrupa en tres factores, corroborando el sustento del criterio Kaiser.

**Tabla 17.** Cargas factoriales en la matriz de factores rotados<sup>a</sup>. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

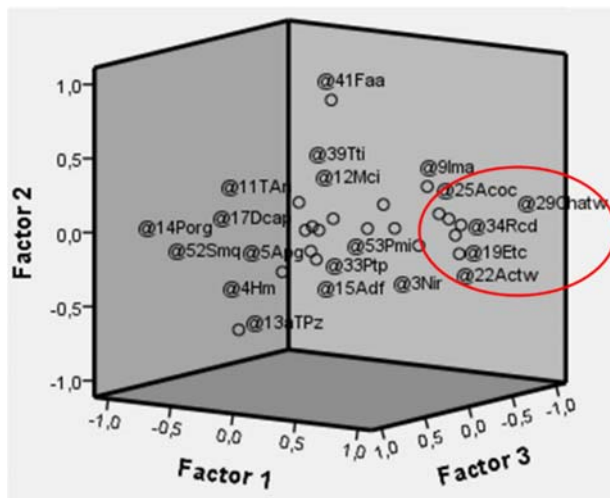
Variables seleccionadas	Cargas factoriales						
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
19Etc	.968				-.116		
34Rcd	.960		-.127			.132	
25Acoc	.939	.187			-.111	.168	
29Chatw	.822		-.184			-.196	
22Actw	.746	-.176	-.413			-.201	
33Ptp	.619		.145	-.104	.251	-.370	
9Ima	.537	.267	-.345				.171
3Nir	.517	-.123	-.276				.264
11TAn	-.241	.132					.227
41Faa		.840					
13aTPz	-.362	-.665	.528			.103	-.210
4Hm		-.258	.442	-.174	.274		
52Smq			.213	.113			
15Adf		-.237		.896	.218		
39Tti				.273			
53Pmi	.254				.425	.410	-.129
14Porg	-.135			.170	.401		
17Dcap	-.100					.427	
12Mci	.350	.160	-.110				.486
5Apg		-.158	.147		.345		.382
Varianza Explicada	5.341	1.518	1.009	1.000	0.711	0.657	0.636
Proporción total	.26705	.07588	.05046	.05001	.03557	.03284	.03182

Método de extracción: factorización de eje principal. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser. Marca de cargas factoriales  $> 0.6$  (Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005). a. la rotación ha convergido en 22 iteraciones. 7 factores extraídos (F1...F7).

Esta agrupación se aprecia en la **Figura 4**, representación tridimensional de las saturaciones factoriales, resaltando el factor F1 como el más influyente y que explica mejor el problema de tipificación en las unidades productoras manteniendo como base el cultivo de tarwi.

Cada factor principal es una variable sintética, por lo tanto, al factor F1 (visto como una medida de uso capital y mano de obra), se le denominó “Recursos del predio” que expresa el 26.705 por ciento de la varianza (**Tabla 18**), factor más influyente en el análisis y, que mejor explica las diferencias entre las distintas unidades productoras con tarwi altoandinas. El factor F2 puede interpretarse como indicativo de la caracterización ambiental (disponibilidad de agua) y social (transporte), fijando una denominación de “Realidad socio

ambiental” que expresa el 7.588 por ciento de la varianza. El factor F3 es un indicativo de la caracterización social (actividad familiar), denominando como “Dimensión social” que expresa el 5.001 por ciento de la varianza.



**Figura 4.** Gráfico de factor en espacio de factores rotados. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

**Tabla 18.** Rotación de factores y su denominación. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

F	Variables	CF	PVE	Interpretación
F1	Extensión terreno (ha) de cultivo:19Etc	0.968	0.26705	Recursos del predio (capital y mano de obra)
	Rdto. (t.ha <sup>-1</sup> ) de cultivo diferente al tarwi:34Rcd	0.960		
	Área cultivada de otros cultivos (ha):25Acoc	0.939		
	Costo (ha) para producir tarwi:29Chatw	0.822		
	Área total (ha) cultivada de tarwi:22Actw	0.746		
	Persona que trabajan en su predio:33Ptp	0.619		
F2	Fuente abastecimiento de agua:41Faa	0.840	0.07588	Realidad socio ambiental
	Transporte público zonal (frecuencia): 13aTPz	-0.665		
F3	Actividad familiar:15Adf	0.896	0.05001	Dimensión social

F: factores. CF: carga factorial. PVE: proporción de la varianza explicada (indica el poder explicativo (%) de la varianza total).

Es decir, F1, asociado a seis variables, estructura factorial completa (**Tabla 19**) determina a la variable 19Etc, con 95.4 por ciento (Comunalidad 0.954), representa el 93.7 por ciento ( $0.968^2 = 0.937$ ) de la varianza total, con 98.22 por ciento ( $0.937/0.954 = 0.9822$ ) del total del espacio de los factores, que corrobora como la variable más influyente que explica el problema de caracterización.

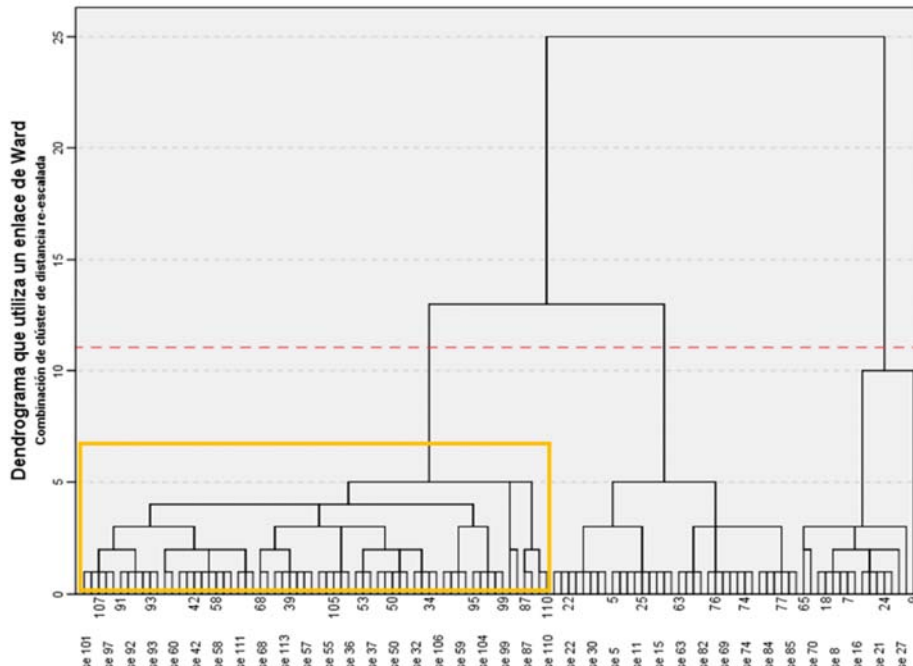
**Tabla 19.** Estructura factorial completa de las variables para cada factor. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

F	Variables sintéticas	Variables	C	CF	% C	CF <sup>2</sup>	CF <sup>2</sup> /C
F1	Recursos del predio	19Etc	.954	.968	95.4	.9370	.9822
		34Rcd	.968	.960	96.8	.9216	.9521
		25Acoc	.977	.939	97.7	.8817	.9025
		29Chatw	.774	.822	77.7	.6757	.8730
		22Actw	.817	.746	81.7	.5565	.6812
		33Ptp	.628	.619	62.8	.3832	.6101
F2	Realidad socio ambiental	41Faa	.714	.840	71.4	.7056	.9882
		13aTPz	.916	-.665	91.6	.4422	.4828
F3	Dimensión social	15Adf	.924	.896	92.4	.8028	.8688

C: comunalidad. CF: carga factorial. %C: variable explicada por el total de los factores. CF<sup>2</sup>: Representación de la varianza total. CF<sup>2</sup>/C: representación del total del espacio de los factores.

#### 4.1.4 Análisis cluster

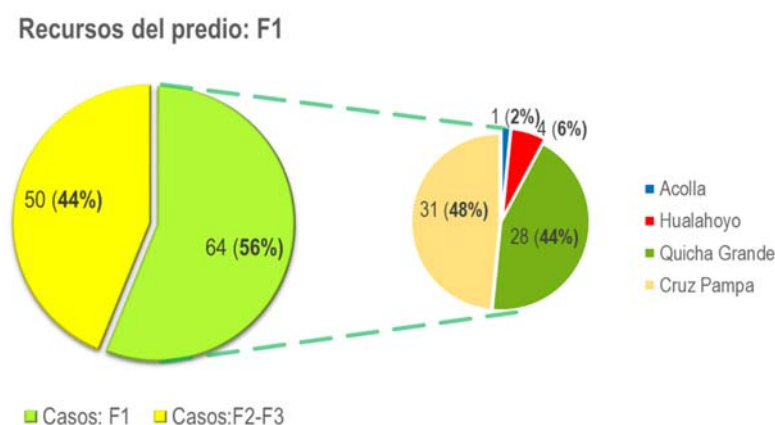
El dendrograma de las 114 unidades productoras con tarwi, además de estar representadas las etapas del proceso de fusión, también lo están las distancias existentes entre los elementos fundidos. Empero, las distancias no están representadas en su escala original sino en una escala estandarizada de 25 puntos. Las líneas horizontales identifican los elementos fundidos (cluster); y la posición de las líneas horizontales indica la distancia existente entre los elementos fundidos (**Figura 5**).



**Figura 5.** Dendrograma del análisis Cluster con el método de Ward (distancia de corte de 11: 3 grupos o factores). Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

El análisis Cluster complementados con la representación gráfica de un dendrograma (Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005; Paz et al., 2005; Miranda y Carranza, 2013), permitió identificar grupos de sistemas productivos similares respecto a las tres nuevas variables sintéticas creadas: recursos del predio, realidad socio ambiental y dimensión social. Considerando una distancia de corte de once se formaron tres grupos o tipos de sistemas de producción, como se puede observar en el análisis factorial (factores sintéticos).

El factor F1 (grupo 1) se consolida con mayor cantidad de tipos, la fusión se produce cerca del origen de la escala, indicando que el conglomerado formado es bastante homogéneo intratipos. Siendo el factor F1 “recursos del predio” con mayor número de unidades productoras de tarwi (UPT) agrupados (56 por ciento), donde las 64 UPT se desagregan en, Cruz Pampa 31 UPT (48 por ciento); Quicha Grande, 28 UPT (44 por ciento); Hualahoyo, 4 UPT (6 por ciento) y Acolla, 1 UPT (2 por ciento) (**Figura 6**).



**Figura 6.** Cluster F1 (Recursos del predio) del dendrograma con mayor número de unidades productoras (casos) agrupados. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

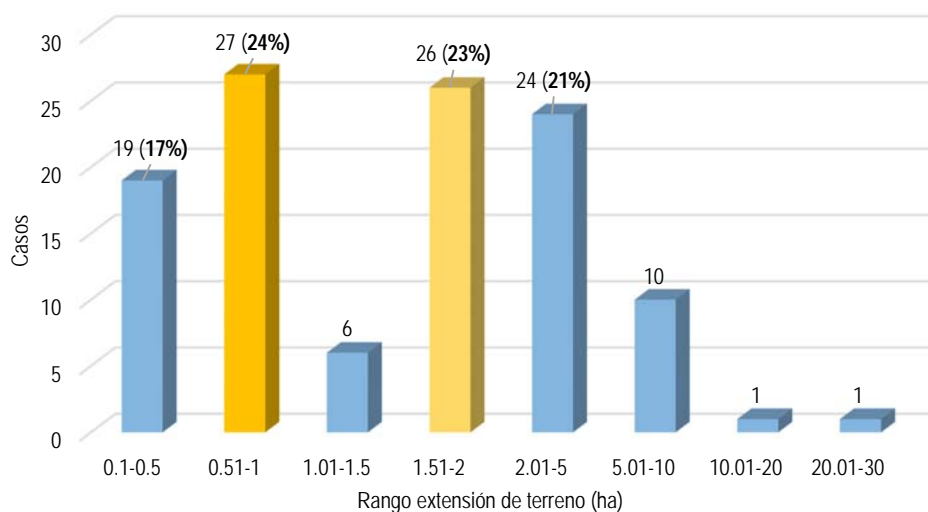
#### 4.1.5 Descripción de los grupos resultantes

##### a. Grupo 1 (F1)

Variable sintética “Recursos del predio”, con poder explicativo de 26.706 por ciento de la varianza total, representa el 56.14 por ciento de la muestra (64 UPT). Cruz Pampa con 31 UPT (48.44 por ciento), seguido de Quicha Grande con 28 UPT (43.75 por ciento), Hualahoyo y Acolla con 4 (6.25 por ciento) y 1 (1.56 por ciento). En este grupo prevalece aquellas UPT ubicados entre 3 815 (Cruz Pampa) a 3 866 (Quicha Grande) msnm, con cultivos eminentemente en seco.



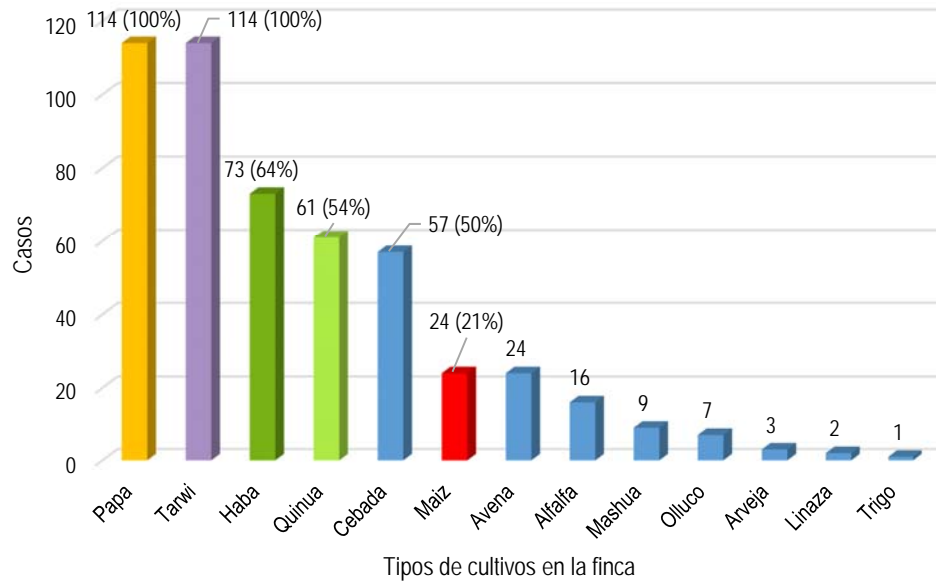
El grupo está integrado por UPT con las siguientes características, 19Etc: Extensión de terreno (ha) de cultivo que posee) con 0.5 a 1 ha (27 UPT, 24 por ciento) seguido de 1.5 a 2 ha (26 UPT, 23 por ciento), característica que muestra la parcelación propia de las zonas alto andinas, obligando la siembra diversificada de cultivos (cultivos múltiples) básicamente para autoconsumo con poco nivel de comercialización, accionar que de alguna manera contribuye para conservar la biodiversidad en el medio (**Figura 7**); 34Rcd: rendimiento ( $t\cdot ha^{-1}$ ) total de cultivos diferentes al tarwi con 6 a 10  $t\cdot ha^{-1}$  (53 UPT, 46 por ciento); 25 Acoc: área (ha) total cultivada de otros cultivos, alcanzaron un empate estadístico inmersos entre 0.5 a 1 ha (27 UPT, 24 por ciento) y 2 a 5 ha (27 UPT, 24 por ciento), cabe destacar que el 100 por ciento de los productores cultivan papa y tarwi, seguido de haba, quinua, cebada, maíz, avena, etc. (**Figura 8**).



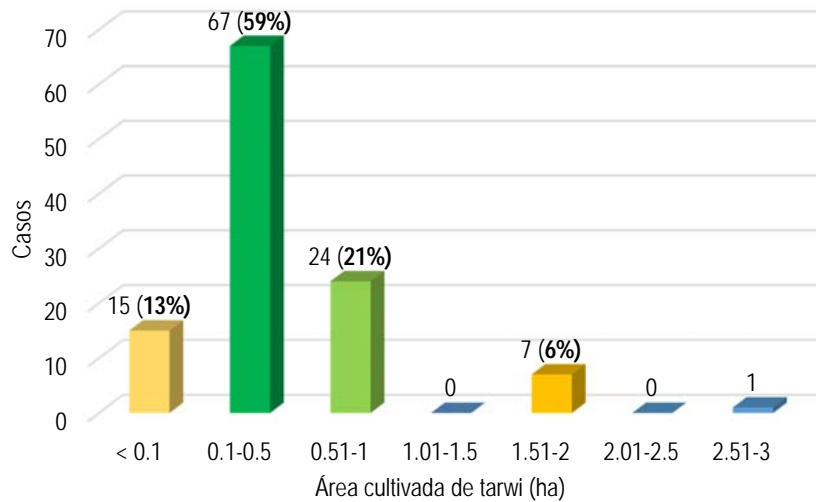
**Figura 7.** Extensión de terreno que posee (ha): **19Etc.** Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017. ASEF

La característica, 29 Chatw (costo por ha para producir tarwi), 34 productores (30 por ciento) se ubicaron en un costo de 1000 a 1250 soles por ha, seguido de 600 a 900 soles y 1500 a 2000 soles, que representan cada uno 26 UPT (23 por ciento), se destaca el precio de venta tarwi de 3 soles por kg (86.75 por ciento); 22Actw: área total (ha) cultivada de tarwi con 0.1 a 0.5 ha (67 UPT, 59 por ciento), resultado estadístico, que corrobora la parcelación minifundista en las zonas altoandinas del valle del Mantaro (**Figura 9**), aquí, solo 35 UPT (31 por ciento) utilizan el tarwi como protección de otros cultivos y usan semillas no identificadas 66 UPT (58 por ciento); 33 Ptp: Trabajadores en su predio incluido el

productor, fueron ubicados en un empate estadístico entre 1 a 2 personas (46 UPT, 40 por ciento) y 3 a 4 personas (46 UPT, 40 por ciento).



**Figura 8.** Tipos de cultivos en unidades productoras altoandinos. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

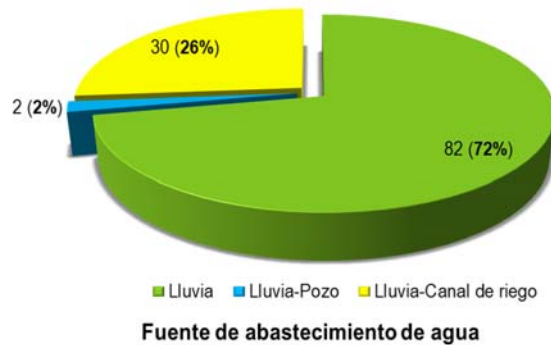


**Figura 9.** Área total del cultivo de tarwi (ha): 22Actw. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017. ASEF

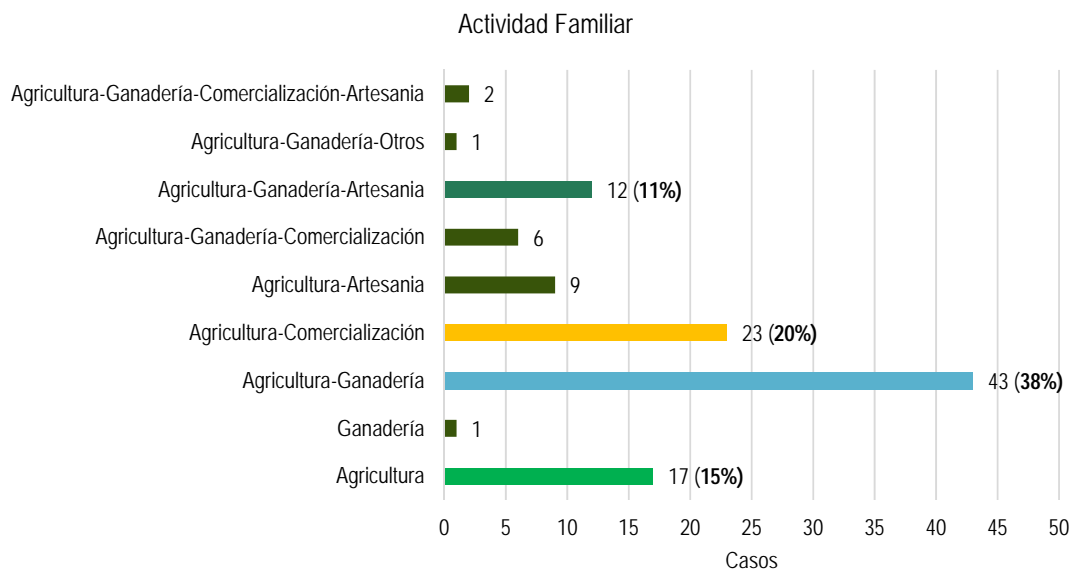
**b. Grupo 2 (F2)**

Variable sintética “Realidad Socio-Ambiental”, con poder explicativo de 7.588 por ciento de la varianza total, representa el 29.82 por ciento de la muestra (34 UPT). Se ubicaron en este grupo, Hualahoyo con 18 UPT (52.94 por ciento) y Acolla con 16 UPT (47.06 por ciento), productores de Cruz Pampa y Quicha Grande no se ubicaron en este grupo, localidades que se encuentran a 3 260 y 3 467 msnm.

El grupo está integrado por UPT con las características: 41Faa (fuente de abastecimiento de agua), donde 82 UPT (72 por ciento) dependen de la lluvia para sus cultivos, corroborando a la zona con siembra eminentemente en seco (Figura 4.7) y 30 UPT (26 por ciento) dependen de la lluvia y riego; 13aTPz (Transporte público zonal), 57 UPT (50 por ciento) utilizan transporte a diario y 56 UPT (49 por ciento) semanalmente (**Figura 10**).



**Figura 10.** Fuente de abastecimiento de agua: **41Faa**. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017. FAP



**Figura 11.** Actividad a la que se dedica la familia: **15Adf**. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017. ASEA

### **c. Grupo 3 (F3)**

Variable sintética “Dimensión social”, con poder explicativo de 5.001 por ciento de la varianza total, representa el 14.04 por ciento de la muestra (16 UPT). Se ubicaron en este grupo, Acolla con 14 UPT (87.5 por ciento) y Hualahoyo con 2 UPT (12.5 por ciento), del mismo modo que en el grupo 2, UPT de Cruz Pampa y Quicha Grande no se ubicaron en este grupo. La **Figura 11** muestra a este grupo integrado por UPT con la característica: 15Adf (actividad a la que se dedica la familia), 43 UPT (38 por ciento) se dedican a la agricultura y ganadería, 23 UPT (20 por ciento) a la agricultura y comercialización, 17 UPT (15 por ciento) a la agricultura; 12 UPT (11 por ciento) se dedican a la agricultura, ganadería y artesanía, exclusividad de Quicha Grande por sus reconocidas artesanías en arcilla “utensilios de cocina y otros menajes”.

En suma, el grupo 1 es el conjunto mayoritario de pequeñas y medianas unidades productoras, con vasta experiencia rural andina, con tecnología tradicional, con gran uniformidad dentro de su tipo utilizando solo sus recursos disponibles a las lógicas de su producción, es la característica “extensión de terreno que posee” (19Etc) la que identifica a este grupo por su marcada parcelación producto del minifundismo existente; el grado de tecnología moderna, básicamente en la mecanización en sus cultivos, solo se observa en Acolla y Hualahoyo, quienes muestran mucha similitud.

## **4.2 SUSTENTABILIDAD DE UNIDADES PRODUCTORAS CON TARWI**

### **4.2.1 Análisis de la sustentabilidad de unidades productoras con cultivo de tarwi**

De acuerdo con Altieri (1995) y Toledo (1993), citados por Sarandon et al., (2006), los sistemas “tradicionales”, tenderían a hacer un uso más sustentable (ecológicamente adecuado) de los recursos naturales, debido a la coevolución de los agricultores con su medio ambiente. Más aún, los itinerarios metodológicos para estudiar el papel de la agricultura en el desarrollo sustentable en el ámbito regional proveen de importantes elementos de análisis, tales como las relaciones jerárquicas entre sistemas de producción en el marco de distintos niveles espaciales y temporales (Torres et al., 2004). En tanto Sarandón et al. (2006) enfatizan que, la idea de la existencia de un límite a la satisfacción de las necesidades, coincide con el criterio de la sustentabilidad fuerte, que considera que el capital natural puede ser sustituido por capital manufacturado, sólo en casos muy puntuales; esto indica que no puede admitirse una rentabilidad basada en la degradación de los recursos intra o

extraprediales. Por esta razón, se consideró que la satisfacción de las necesidades de los productores (objetivos económicos y sociales) no puede ser lograda a expensas de los recursos naturales (objetivos ecológicos). Esta apreciación, se muestra como un indicador general en las zonas altoandinas del valle del Mantaro de aquellas unidades productoras que tienen como base al cultivo de tarwi (UPT).

#### **a. Dimensión económica**

Sarandón (2002), enfatiza que un sistema será económicamente sustentable si puede proveer la autosuficiencia alimentaria, un ingreso neto anual por grupo familiar y disminuir el riesgo económico en el tiempo. Los resultados del presente estudio, muestran que el 80.7 por ciento de las unidades productoras con tarwi (UPT) evaluadas tuvieron un indicador económico (IK) mayor a 2, siendo sustentables en su mayoría desde el punto de vista económico (Sarandón et al., 2006). Esto se explica a que con la autosuficiencia alimentaria (A) dos de las variables alcanzaron valores superiores a 3 (A1: diversificación de la producción y A4: incidencia de plagas y enfermedades) con cuatro a cinco cultivos, destacando papa, tarwi, haba, quinua y cebada -en ese orden-, así como 6 a 10 por ciento de incidencia de plagas y enfermedades; el ingreso mensual por grupo (B) fue mayor que 2 con 800 a 900 soles, y en el riesgo económico (C) dos variables fueron superiores a 2 (C1: diversificación para la venta y C3: dependencia de insumos externos), comercializando hasta tres productos como papa, tarwi y haba o quinua, siendo dependientes de insumos externos entre 40-60 por ciento. Superficie de producción de autoconsumo (A2), 1-1.5 ha, rendimiento promedio de grano de tarwi (A3) 1-1.5 t.ha<sup>-1</sup> y vías (canal) de comercialización (C2), dos canales, alcanzaron valores inferiores a 2 (**Tabla 20, Anexo 6**). El valor promedio fue de 2.21, que permite predecir condiciones económicas favorables y estables, sin embargo, considerando el área cultivada de tarwi, es insuficiente; constituyendo uno de los puntos críticos, obligando a establecer un plan de cultivo que permita satisfacer los requerimientos mínimos de la alimentación familiar y aprovechar mejor las características de los ecotipos modernos basados en sus rendimientos y los sucedáneos como la gastronomía en todas sus modalidades de uso del grano.

Los productores de las zonas altoandinas del valle del Mantaro, han desarrollado un sistema de producción agrícola diversificado por el minifundio presente, haciendo uso de agricultura mixta (tecnología occidental y tradicional), orientado a garantizar la seguridad alimentaria, reducir los efectos de abiotismo negativo extremos, manteniendo el equilibrio ecológico. Por

ende, la sustentabilidad económica alcanzada, no necesariamente están enmarcadas en una lógica monetaria sino en la capacidad de gestión y decisión para administrar los recursos locales disponibles.

**Tabla 20.** Evaluación de la sustentabilidad económica (IK). Sustentabilidad de unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

Variables	SUB INDICADORES								IK		
	A				B	C			Indicador	> 2	< 2
A1	A2	A3	A4	C1		C2	C3				
$\bar{x}$	3.00	0.588	1.193	3.096	2.46	2.553	1.693	2.719	2.21	80.7	19.3

A: Autosuficiencia alimentaria. A1: Diversificación de la producción (Producto: cultivos). A2: Superficie de producción de autoconsumo. A3: Rendimiento promedio de grano (tarwi). A4: Incidencia de plagas y enfermedades. B: Ingreso neto mensual por grupo. C: Riesgo económico. C1: Diversificación para la venta (producto: si comercializa). C2: Número de vías de comercialización (canal). C3: Dependencia de insumos externos (%).

### b. Dimensión ecológica

Desde el punto de vista ecológico, un sistema se considera sustentable si conserva o mejora la base de los recursos productivos y disminuye o evita el impacto sobre los recursos extra prediales (Sarandón, 2002). El 100 por ciento de las UPT evaluadas tuvieron un indicador ecológico (IE) mayor a 2, indicando que todas las UPT son ecológicamente sustentables. Los valores altos, se aprecian en las variables relacionadas con la conservación de la vida del suelo (A), riesgo de erosión (B) y manejo de la biodiversidad (C), solo el subindicador manejo de la cobertura vegetal (A1) alcanzó un valor menor a 2 con 50 a 25 por ciento de cobertura vegetal, indicando el uso de tecnología no tradicional para la conservación del suelo (**Tabla 21, Anexo 7**).

**Tabla 21.** Evaluación de la sustentabilidad ecológica (IE). Sustentabilidad de unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

Variables	SUB INDICADORES						IE		
	A		B		C		Indicador	> 2	< 2
A1	A2	B1	B2	C1	C2				
$\bar{x}$	1.4737	3.2982	3.035	2.789	3.1842	2.3772	2.81	100	0

A: Conservación de la vida del suelo. A1: Manejo de la cobertura vegetal. A2: Manejo de residuos de cultivo. B: Riesgo de erosión. B1: Pendiente predominante. B2: Orientación de los surcos. C: Manejo de la biodiversidad. C1: Biodiversidad temporal. C2: Biodiversidad espacial.

El promedio general de la dimensión ambiental es de 2.81, que refiere una sustentabilidad ecológica por las prácticas orientadas a mantener la biodiversidad intra e inter específica, con buena conservación de la vida del suelo, sin embargo, presentan condiciones de fragilidad en el manejo de cobertura vegetal, implicando la aplicación de estrategias orientadas a fortalecer las prácticas sustentables con fines económicos y ecológicos.

Tres variables alcanzaron valores superiores a 3, manejo de residuos del cultivo (A2), indicando un pastoreo de ganado insitu, para aprovechar los residuos del cultivo; pendiente predominante (B1), con 5 a 15 por ciento de pendiente, y biodiversidad temporal (C1), indicando que, rota cada campaña agrícola por otro cultivo que no sea una leguminosa. Mayor a 2, se observa en orientación de los surcos (B2) con surcos orientados a 60° con respecto a la pendiente, y biodiversidad espacial (C2) con diversidad media, muy bajo nivel de asociación.

### c. Dimensión socio-cultural

Para Sarandón (2002), un sistema será sustentable en la dimensión socio-cultural si mantiene o mejora el capital social, dado a que este es el que pone en funcionamiento el capital natural o ecológico. La **Tabla 22** y **Anexo 8**, muestra que, el 91.23 por ciento de las UPT evaluadas alcanzaron un indicador socio-cultural mayor a 2, por lo que, todas las UPT, pueden considerarse socioculturalmente sustentables. Producto de las condiciones aceptables procuradas por la disponibilidad de servicios básicos y las capacidades de manejo de las UPT por parte del productor. En promedio general de la sustentabilidad socio-cultural fue de 2.6, que denota aceptable estabilidad de procesos saludables e inclusivos que coadyuvan a un objetivo mayor enfatizada en la calidad de vida, coincidentes con lo citado por Sarandón et al. (2006), indicando que, los indicadores sociales están orientados a evaluar la satisfacción del productor, su calidad de vida y la integración social. Por lo que la importancia de la participación de las instituciones afines y de la sociedad organizada, en la construcción de condiciones sociales aceptables está enfocada en la disponibilidad de servicios básicos y en el fortalecimiento de capacidades del recurso humano.

**Tabla 22.** Evaluación de la sustentabilidad socio-cultural (ISC). Sustentabilidad de unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

Variables	SUB INDICADORES							ISC		
	A				B	C	D	Indicador	> 2	< 2
	A1	A2	A3	A4						
$\bar{x}$	2.52	2.75	2.18	3.01	2.78	2.21	2.62	2.60	91.23	8.77

A: Satisfacción de las necesidades básicas. A1: Vivienda. A2: Acceso a la educación. A3: Acceso a salud y cobertura sanitaria. A4: Servicios. B: Aceptabilidad del sistema de producción. C: Integración social a sistemas organizativos. D: Conocimiento y conciencia ecológica.

Se explica principalmente porque las variables asociadas a la satisfacción de las necesidades básicas (A), aceptabilidad del sistema de producción (B), integración social a sistemas organizativos (C) y conocimiento y conciencia ecológica (D), tienen valores mayores a 2.

La variable, Servicios (A4) alcanzó un valor mayor a 3, indicando que todas cuentan con instalación de agua y luz, servicios básicos indispensables para el productor.

Con valores mayores a 2, se encuentran, vivienda (A1) coincidentes en contar con vivienda regular, sin terminar o deteriorada; educación (A2), cuentan con acceso a la escuela primaria y secundaria con restricciones; acceso a salud y cobertura sanitaria (A3), tienen un centro de salud mal equipado y personal temporario; aceptabilidad del sistema de producción (B), manifiestan que no están del todo satisfecho, se queda porque es lo único que sabe hacer; integración social a sistemas organizativos (C), con una integración media; y conocimiento y conciencia ecológica (D), revelan que tienen una sola visión parcializada de la ecología, enfatizan que, solo algunas prácticas ecológicas dañan al medio ambiente. Resultado que proyectan oportunidades y acceso a mercados, con la conveniente revaloración de aspectos culturales que tipifican a las comunidades altoandinas en el valle del Mantaro.

#### **d. Sustentabilidad general**

Para que una finca sea considerada sustentable, el índice general (IS-G) debe ser mayor a 2 y ninguno de los tres indicadores deben tener un valor menor a 2 (Sarandón et al., 2002, Sarandón et al., 2006). Estimadas las tendencias para la sustentabilidad económica, ecológica (ambiental) y socio-cultural, se obtuvo en promedio un valor de 2.54, que expresa condiciones favorables para los sistemas de cultivo con tarwi, inmersas en la biodiversidad altoandina, por indicadores que satisfacen las condiciones de sustentabilidad, adaptadas de Sarandón (2002), enmarcadas en los sistemas ecológicamente adecuadas (suficientemente productivas), económicamente viables (con producción diversificada y con superficie de producción para consumo) y socialmente aceptables.

El resultado muestra que los tres indicadores (económico, ecológico y socio-cultural) calculados tuvieron valores mayores a 2, alcanzando el 72.81 por ciento de las unidades productoras con cultivo de tarwi son actualmente sustentables (**Tabla 23, Anexo 9**). Solo el 27.19 por ciento de las UPT, alcanzaron valores menores a 2, y que no son sustentables actualmente.

Indicando que las condiciones de sustentabilidad para las UPT, se dan en un contexto de integración multidimensional de situaciones que resaltan básicamente en los siguientes aspectos: en lo económico, mantienen una diversificación de la producción entre cuatro a



cinco cultivos, destacando la papa y tarwi, manteniendo las plagas y enfermedades a niveles de 6-10% por los cultivos múltiples que practican; en los ecológico, manejan los residuos de cultivos por pastoreo insitu de sus ganados y principalmente porque rotan por campaña agrícola por otro cultivo; y, en lo socio-cultural, todos cuentan mínimamente con instalación de agua y luz. Es decir, cuentan con la capacidad para satisfacer la demanda alimenticia familiar y generar excedentes con fines de comercialización; la conservación de la agrobiodiversidad y suelo; y, la dinámica de desarrollo social y productivo a través de servicios básicos satisfechos; resultados generales coincidentes con lo alcanzado por Meza y Julca (2015).

**Tabla 23.** Evaluación de la sustentabilidad general de unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

Valor	DIMENSIONES			IS-G	Sustentabilidad			
	IK	IE	ISC					
114 UPT	2.21	2.81	2.60	2.54	Si			
Resumen porcentual de la sustentabilidad								
	UPT	%	UPT	%	UPT	%	UPT	%
> 2	92	80.7	114	100	104	91.23	83	72.81
< 2	22	19.3	0	0	10	8.77	31	27.19

UPT: unidades productoras con tarwi. IK: Dimensión económica. IE: Dimensión ecológica. ISC: Dimensión socio-cultural. IS-G: Índice de sustentabilidad general.

Respecto al análisis de sustentabilidad por dominio de recomendación (localidades seleccionadas), se observa que en las cuatro localidades (Acolla, Cruz Pampa, Hualahoyo y Quicha Grande), inmersas en ellas, las UPT elegidas, los indicadores calculados tuvieron valores mayores a 2, es decir se encuentran entre 83.87 por ciento a 95.83 por ciento, indicando que son actualmente sustentables (**Tabla 24**).

**Tabla 24.** Evaluación de la sustentabilidad de las unidades productoras con tarwi por localidad. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

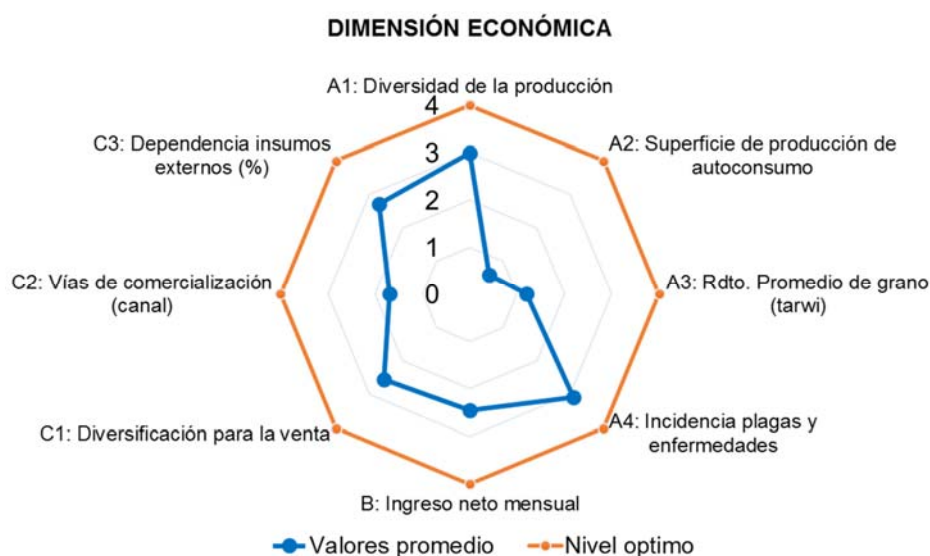
Localidad	DIMENSIONES			IS-G	> 2		< 2		Sustentabilidad
	IK	IE	ISC		UPT	%	UPT	%	
	Acolla	2.22	2.74		3.07	2.74	30	95.70	
Cruz Pampa	2.13	2.36	2.24	2.36	26	83.87	5	16.13	Si
Hualahoyo	2.36	2.66	2.81	2.66	23	95.83	1	4.17	Si
Quicha Grande	2.14	2.41	2.31	2.41	25	88.10	3	11.90	Si

UPT: unidades productoras con tarwi. IK: Dimensión económica. IE: Dimensión ecológica. ISC: Dimensión socio-cultural. IS-G: Índice de sustentabilidad general.

#### 4.2.2 Puntos críticos de la sustentabilidad de las unidades productoras

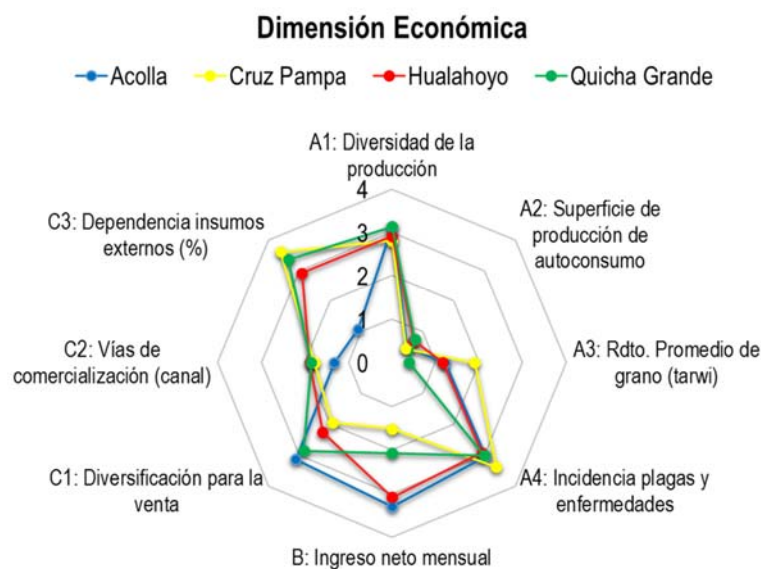
Sustentabilidad, es la capacidad para continuar en el futuro realizándose, mediante el proceso de interacción en tres sistemas: el ecológico (biológico), el económico y el social; y que estas tres dimensiones, reportan Marquéz y Julca (2015), reciben una misma valoración porque, en una visión adecuada de la sustentabilidad, éstas deben tener la misma importancia y, por lo tanto, el mismo valor. De este modo, la sustentabilidad para una sociedad, debe significar la existencia de condiciones económicas, ecológicas, sociales y políticas, que permitan su funcionamiento en forma armónica en el tiempo y en el espacio. Si bien los resultados independientes para cada dimensión refieren a sistemas de producción con sustentabilidad baja e intermedia que, podrían conducir a procesos de una menor vulnerabilidad o mayor sustentabilidad, las recomendaciones se enmarcan en un plano de potencialidades y puntos críticos identificados en cada dimensión analizada (Meza y Julca, 2015).

De los valores encontrados para la sustentabilidad económica y sus indicadores para esta dimensión, se identificaron los siguientes puntos críticos (**Figura 12**): la situación más crítica está determinada por el sub-indicador superficie de producción de autoconsumo (A2), con menos de 1 ha, destinado para este rubro; seguido del sub-indicador, rendimiento medio del grano de tarwi (A3), limitado a un rendimiento entre 1-1.5 t.ha<sup>-1</sup>; finalmente, el sub-indicador, número de vías de comercialización (canal, C2), indicando que solo se cuenta con dos canales de comercialización, comprometidos con los intermediarios y mercado distrital-provincial.



**Figura 12.** Análisis de la Dimensión Económica. Sustentabilidad total general. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

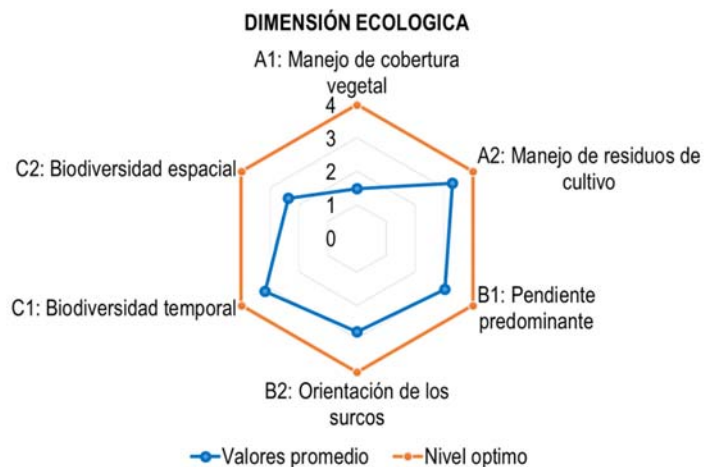
En las unidades productoras seleccionadas por localidad, el punto crítico y que se debe mejorar, es el sub-indicador superficie de producción de autoconsumo (A2) en Acolla, Cruz Pampa, Hualahoyo y Quicha Grande, quienes destinan menos de 1 ha para autoconsumo; mientras que en Quicha Grande, el sub-indicador, rendimiento medio del grano de tarwi (A3), tiene un rendimiento limitado menor a 1 t.ha<sup>-1</sup> (**Figura 13**). En Acolla se debe mejorar el sub-indicador porcentaje de dependencia de insumos externos (C3) que dependen de 60 a 80 por ciento de insumos externos, es decir, muestra una agricultura con tecnología “moderna”.



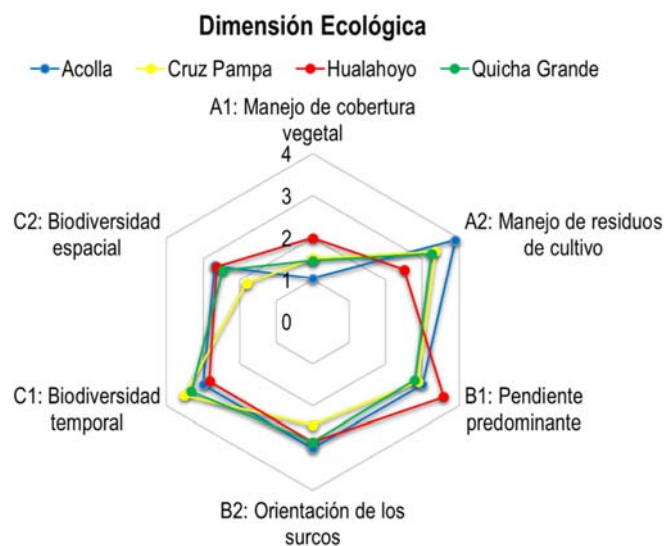
**Figura 13.** Análisis de la Dimensión Económica. Sustentabilidad por localidad. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

De la sustentabilidad ecológica y sus indicadores, se identificaron los siguientes puntos críticos (**Figura 14**): del total general, la situación crítica está determinada por el sub-indicador manejo de cobertura vegetal (A1), presentando entre 50 a 25 por ciento de cobertura vegetal, utilizando los residuos de cultivos sea como forraje o combustible.

Acolla, se muestra como la más crítica en manejo de cobertura vegetal, por practicar una agricultura mecanizada “moderna” e incorporan los residuos de cultivo; seguido de Cruz Pampa y Quicha Grande, quienes aun cuando practican una tecnología “tradicional”, ellos remueven los residuos de cultivo para forraje y/o combustible (**Figura 15**).



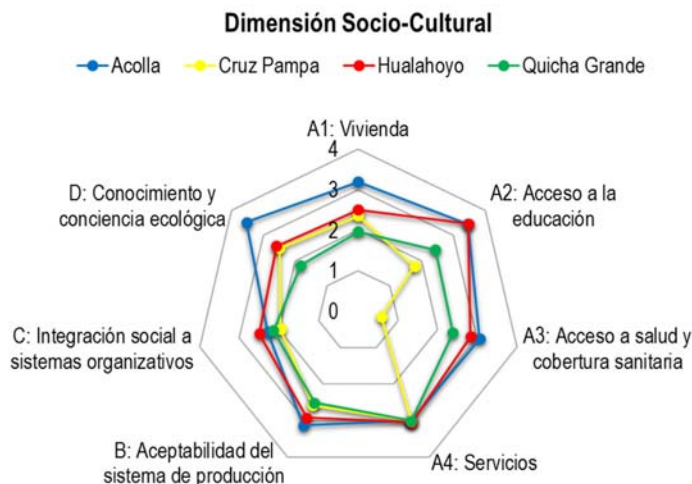
**Figura 14.** Análisis de la Dimensión Ecológica. Sustentabilidad total general. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.



**Figura 15.** Análisis de la Dimensión Ecológica. Sustentabilidad por localidad. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

De la sustentabilidad socio-cultural y sus indicadores, con los resultados de los valores promedio, no se identificaron puntos críticos que muestran preocupación, todas las unidades productoras identificadas cuentan mínimamente con servicios básicos. Sin embargo, comparando entre localidades, es preocupante Cruz Pampa, quién se muestra como la más crítica en el sub-indicador, acceso a salud y cobertura sanitaria (A3) no contando con un centro sanitario y tienen baja integración social a sistemas organizativos (C). Quicha Grande,

se muestra con la necesidad de contar con conocimientos y conciencia ecológica (D), es decir, no presenta un conocimiento ecológico, pero usa prácticas de bajos insumos, de ahí sus bajos rendimientos por unidad de superficie (**Figura 16**).



**Figura 16.** Análisis de la Dimensión Socio-Cultural. Sustentabilidad por localidad. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

En el valle del Mantaro (Junín-Perú), expresamente en las zonas altoandinas, son pocos -casi nada- estudios relacionados a la evaluación de sustentabilidad en los sistemas de producción agrícola de cultivos nativos. Cada finca cuenta con características específicas (Dixon *et al.*, 2001) que se derivan de la diversidad en base a recursos familiares con patrones empresariales, sistemas de subsistencia y limitaciones de la familia agropecuaria similares. Por los resultados basado en sus indicadores, se observa a las UPT como sustentables y que mantener esta sustentabilidad dependerá principalmente de los gobiernos locales, regional y nacional, quienes deben apoyar el diseño de políticas agropecuarias, definir políticas de transferencia tecnológica, aun cuando no se observa unidades productoras con tarwi homogéneas específicamente en las características socioeconómicos, se deben invertir en servicios e infraestructura para mejorar la competitividad del sector agropecuario.

#### 4.3 GENOTIPOS AVANZADOS DE TARWI

En los programas de mejora, se evalúa la respuesta fenotípica, en términos de rendimiento de variedades, líneas de mejora avanzadas, o un rango amplio de condiciones agro ecológicas, mediante ensayos en múltiples localidades y/o durante varios años. En estos ensayos se evalúan un conjunto de genotipos (G) en una muestra de condiciones ambientales

(A) que representan lo mejor posible a la región donde dichos genotipos puedan cultivarse comercialmente (Romagosa et al., 2008). En tal sentido, el INIA-EEA Santa Ana-Huancayo, continúa con esta línea de investigación, permitiendo contribuir con una nueva variedad de tarwi para el valle del Mantaro. El estudio de estos genotipos en diferentes ambientes en las zonas altoandinas del valle del Mantaro, Junín-Perú, contribuirá a este propósito.

#### 4.3.1 Rendimiento de granos

Los análisis de varianza en ambientes individuales en la característica rendimiento esperado de los componentes de rendimiento (RCR) fue significativos para genotipos ( $p \leq 0.05$ ) solo en el ambiente EEA Santa Ana-Hualahoyo (**Tabla 25, Anexo 14, 15, 16**), indicando las diferencias en la expresión de su potencial genético de cada genotipo de tarwi.

**Tabla 25.** Cuadrados medios del análisis de varianza individual. Rendimiento de grano. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

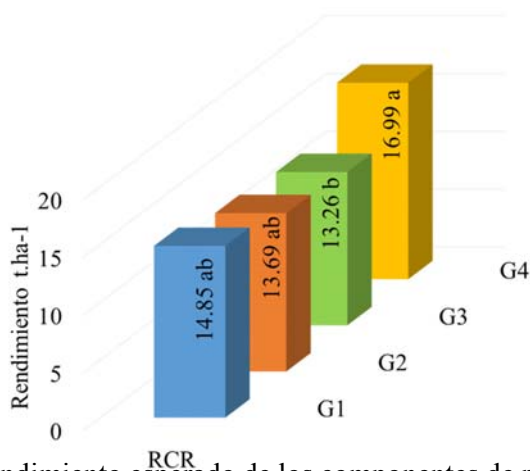
A	FV	RCR	Rha
Matahulo	Bloque	0.006 ns	0.175 ns
	Genotipo	0.767 ns	0.139 ns
	Error	0.846	0.097
	CV (%)	27.67	35.02
	$\bar{x}$	3.325	0.89
Acolla	Bloque	13.86 ns	0.494 ns
	Genotipo	0.82 ns	0.072 ns
	Error	3.357	0.329
	CV (%)	19.72	36.00
	$\bar{x}$	9.288	1.593
Cruz Pampa	Bloque	9.306 ns	0.116 ns
	Genotipo	1.426 ns	0.507 ns
	Error	3.211	0.238
	CV (%)	14.15	38.03
	$\bar{x}$	12.65	1.283
EEA Santa Ana	Bloque	0.871 ns	0.030 ns
	Genotipo	8.332 *	0.123 ns
	Error	1.697	0.039
	CV (%)	8.86	14.186
	$\bar{x}$	14.70	1.399

A: Ambientes. Rendimiento de grano: t.ha<sup>-1</sup>. \*: Significación con probabilidad de  $p \leq 0.05$ . \*\*: Significación con probabilidad de  $p \leq 0.01$ .

En los ambientes restantes, Matahulo, Acolla y Cruz Pampa, así como en el rendimiento obtenido por cosecha directa en campo (Rha) en los cuatro ambientes, no se detectaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre genotipos. Muestra claramente que los ambientes no permiten buena discriminación de genotipos. Cabe destacar que el factor bloque no tuvo efectos significativos al 5 por ciento en el rendimiento y sus componentes en la mayoría de análisis.

Los valores de los coeficientes de variación para con RCR, en el ambiente EEA Santa Ana (8.86 por ciento) fue considerado bajo, en tanto, Cruz Pampa (14.15 por ciento) y Acolla (19.72 por ciento) fue calificado como muy aceptable (muy buena y buena respectivamente), indicativo del buen control del error y de la eficiencia de la técnica experimental utilizada con tendencia a ser homogéneos, mientras que Matahulo (27.67 por ciento) fue estimado como mala con tendencia a ser heterogéneos entre genotipos. Los coeficientes de variación para con Rha, el ambiente EEA Santa Ana (14.186 por ciento) fue calificado bajo (homogéneo), indicativo del buen control del error y de la eficiencia de la técnica experimental utilizada, en tanto, Matahulo, Acolla y Cruz Pampa, presentaron una amplitud de 35.02 por ciento a 38.03 por ciento, considerados como muy mala, heterogéneos entre genotipos. El rendimiento de granos en la EEA Santa Ana, es RCR, el promedio fue de 14.7 t.ha<sup>-1</sup> y en Rha, 1.399 t.ha<sup>-1</sup> (**Tabla 25**), diferencias de rendimiento comprometidos expresamente por el efecto de alguno (s) de los componentes de rendimiento.

Según la prueba de significación de Tukey, el rango de variación que se registró osciló entre 13.26 y 16.99 t.ha<sup>-1</sup> (**Figura 17**). El testigo local (G4: 16.99 t.ha<sup>-1</sup>) alcanzó el mayor rendimiento, estadísticamente superior a los genotipos avanzados, indicando sus diferencias en la expresión del potencial genético por su estabilidad agronómica para este ambiente.



**Figura 17.** Rendimiento esperado de los componentes de rendimiento (RCR). Análisis individual. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

Del análisis combinado (**Tabla 26**), según el análisis de varianza, se detectaron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) y significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre ambientes (A) para las variables de rendimientos; en genotipos (G), en rendimiento obtenido por cosecha directa en campo (Rha), se detectó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), se observa, además, la no

existencia de diferencias estadísticas en la interacción GA. Los promedios generales del combinado, en RCR, el promedio fue de 9.993 t.ha<sup>-1</sup> y en Rha, 1.291 t.ha<sup>-1</sup>. Las diferencias entre estos tipos de rendimientos alcanzados, indican que están influenciados por los ambientes. El coeficiente de variación muestra en Rha, 32.486 por ciento, considerados como muy mala (muy heterogéneos), mientras que en RCR, fue de 15.104 por ciento, considerado como muy bajo (homogéneo), indicativo del buen control del error y de la eficiencia de la técnica experimental utilizada en el análisis combinado a través de ambientes.

**Tabla 26.** Cuadrados medios del análisis de varianza combinado. Rendimiento de grano. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	RCR	Rha
Ambiente (A)	296.9 **	1.054 *
Bloques/(A)	6.012 *	0.204 ns
Genotipo (G)	1.439 ns	0.483 *
GA	3.302 ns	0.119 ns
Error Conjunto	2.278	0.176
CV (%)	15.104	32.48
$\bar{x}$	9.993	1.291

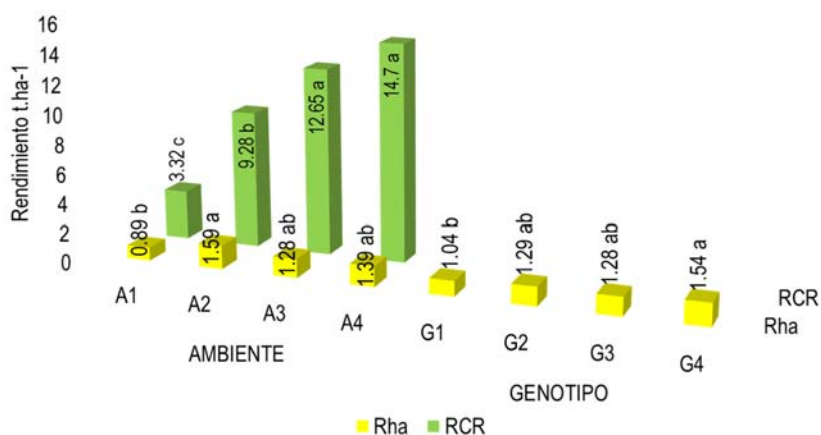
RCR: rendimiento esperado de los componentes de rendimiento. Rha: rendimiento cosecha directa en campo. t.ha<sup>-1</sup>. \*: significación con probabilidad de p≤0.05. \*\*: significación con probabilidad de p≤0.01.

Observando la distribución de la suma de cuadrados (SC) de RCR (Anexo 26), el efecto principal de G, explica el 0.42 por ciento ( $4.32 \cdot 100 / 1027.56$ ) del total de la SC, mientras las diferencias entre ambientes (A), el 86.68 por ciento ( $890.73 \cdot 100 / 1027.56$ ) y la interacción (GA) contribuye tan solo el 2.89 por ciento ( $29.73 \cdot 100 / 1027.56$ ). La mayor SC de ambientes que de genotipos indica que las primeras son muy diferentes y las principales causantes de la variación en alcanzar el rendimiento de granos de tarwi provenientes del producto de los componentes de rendimiento. Mientras que en Rha, el efecto principal de G, explica el 12.54% ( $1.45 \cdot 100 / 11.56$ ) del total de la SC, mientras las diferencias entre ambientes (A), el 27.34% ( $3.16 \cdot 100 / 11.56$ ), la interacción (GA) contribuye solo el 9.34 por ciento ( $1.08 \cdot 100 / 11.56$ ). La mayor SC de ambientes que de genotipos indica que las primeras son muy diferentes y las principales causantes de la variación en alcanzar el rendimiento de granos provenientes de cosecha directa de campo.

Según la prueba de significación de Tukey, en ambientes (**Figura 18**), se observa diferencias estadísticas en Rha, A2 (Acolla) es estadísticamente diferente con los demás ambientes, alcanzando 1.59 t.ha<sup>-1</sup> de granos; en RCR, A4 (EEA Santa Ana) y A3 (Cruz Pampa) no fueron estadísticamente diferentes, éstas difieren con los demás ambientes, aquí, A4, alcanzó



el primer orden con 14.7 t.ha<sup>-1</sup>, rendimiento superior en 13.11 t.ha<sup>-1</sup>, corroborando que se debe al efecto de alguno de los componentes de rendimiento que influyó en el rendimiento final. En genotipos, las diferencias estadísticas se da en Rha, G4 (testigo) con 1.54 t.ha<sup>-1</sup>, mostrando sus diferencias de su potencial genético (adaptado a los ambientes) frente a los ecotipos de tarwi, cabe destacar que G2 (E-08-0501), se ubicó en segundo orden con 1.29 t.ha<sup>-1</sup>. El rango de variación que se registró osciló entre 1.04 y 1.54 t.ha<sup>-1</sup>. Trabajos realizados en Otuzco-La Libertad, Aguilar (2015), obtuvo rendimientos de 1.435 t.ha<sup>-1</sup>; Castañeda (1987) citado por Aguilar (2015), en Chiquián-Ancash, alcanzó rendimientos de 1.485 y 1.466 t.ha<sup>-1</sup>, resultados muy similares a lo alcanzado en el valle del Mantaro.



**Figura 18.** Rendimiento esperado de los componentes de rendimiento (RCR) y de cosecha directa de campo (Rha). Análisis combinado. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

#### 4.3.2 Componentes de rendimiento

Es necesario tener en cuenta que, la interacción genotipo (G) por ambiente (A), se define como la expresión genotípica diferencial a través de los ambientes. La comparación de medias en distintos ambientes es adecuada únicamente para evaluar la adaptación del material vegetal en ensayos en que la interacción GA no es significativa. Sin embargo, cuando lo es, la selección de genotipos en un ambiente dado puede ocasionar un comportamiento desastroso en otro (Fox et al., 1997) citado por Gonzáles (2001).

##### a. Componentes de rendimiento

La meta que realmente cuenta en la producción de un cultivo, es el rendimiento en grano. Rendimiento que mantiene a los agricultores en la actividad productora y a los investigadores buscando mejores variedades y técnicas de producción para sostenerlo o superarlo. El éxito

en la obtención de altos rendimientos, radica en implantar plantas de determinado cultivo - para nuestro caso, tarwi- del genotipo deseado, rodeadas de recursos ambientales que les permitan desarrollar al máximo la capacidad productora a través de sus características morfológicas y fisiológicas. Esto implica la necesidad de conocer la naturaleza del rendimiento para poder manejar los diferentes factores inherentes al cultivo, modificar o aprovechar al máximo los recursos del ambiente abiótico, controlar o atenuar la acción de los agentes del ambiente biótico con miras a optimizar dicho rendimiento (CIAT, 1989). Los resultados individuales para cada ambiente, se aprecian en la **Tabla 27** (Anexo 18, 19, 20, 21, 22).

**Tabla 27.** Cuadros medios del análisis de varianza individual. Componentes de rendimiento. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	Pha	VEC	VRP	GV	PCG
Matahulo					
Bloque	2441406.25 ns	7.75 ns	20.290 ns	0.21 ns	0.302 ns
Genotipo	26855468.75 ns	1.194 ns	80.821 ns	0.08 ns	0.393 ns
Error	34993489.6	4.194	6.574	0.05	0.129
CV (%)	5.527	19.051	27.805	5.59	1.503
$\bar{x}$	107031.3	10.75	21.75	4.0	23.9
Acolla					
Bloque	119628906.3 ns	42.80 *	563.853 ns	0.01 ns	0.053 ns
Genotipo	22515191.0 ns	12.93 ns	134.480 ns	0.11 ns	5.736 **
Error	99012586.8	7.394	175.826	0.05	0.082
CV (%)	8.548	15.553	25.273	4.427	1.263
$\bar{x}$	116406.3	17.483	52.466	5.05	22.69
Cruz Pampa					
Bloque	81380208.3 ns	0.923 ns	14.523 ns	1.603 **	0.115 **
Genotipo	22515191.0 ns	0.145 ns	39.831 ns	0.008 ns	4.114 **
Error	28211805.6	2.198	77.727	0.038	0.005
CV (%)	4.258	7.838	13.054	3.841	0.334
$\bar{x}$	124739.6	18.916	67.533	5.133	22.84
EEA Santa Ana					
Bloque	104980468.7 ns	2.29 ns	8.190 ns	0.07 ns	0.01 ns
Genotipo	22786458.3 ns	3.11 ns	180.910 **	0.225 ns	8.926 **
Error	49641927.1	1.250	9.270	0.105	0.023
CV (%)	6.177	6.316	3.747	5.750	0.661
$\bar{x}$	114062.5	17.7	81.25	5.65	23.1

Pha: plantas.ha<sup>-1</sup>. VEC: vainas del eje central. VRP: vainas restantes por planta. GV: granos por vaina. PCG: peso de 100 granos. \*: significación con probabilidad de p≤0.05. \*\*: significación con probabilidad de p≤0.01.

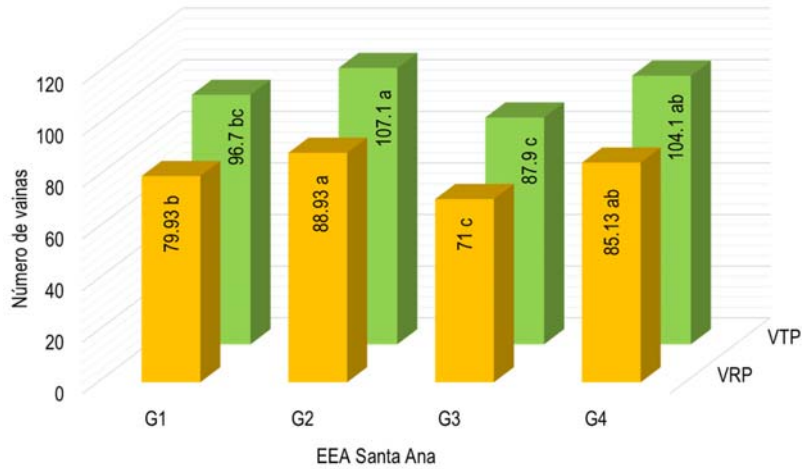
El conocimiento de los componentes específicos del rendimiento de grano de tarwi, como, número de: plantas por unidad de superficie (Pha), vainas del eje central de la planta (VEC), vainas restantes por planta (VRP), granos por vaina (GV) y peso de 100 granos (PCG); el producto de estos componentes, permitió alcanzar los rendimientos esperados y, por ende, analizar las causas que conlleva al rendimiento esperado.

Los análisis de varianza de los ambientes individuales en los componentes de rendimiento, en la característica PCG estadísticamente fue altamente significativo para genotipos ( $p \leq 0.01$ ) en Acolla, Cruz Pampa y EEA Santa Ana-Hualahoyo, en este último, se suma la característica VRP como altamente significativo (**Tabla 27**). Lo que indica las diferencias en la expresión potencial genético de cada genotipo, permitiendo discriminar genotipos de alto, bajo o intermedio potencial de densidad del grano. En el ambiente restante, Matahulo, en PCG, así como en los componentes, Pha, VEC, VRP (excepto EEA Santa Ana) y GV, en los cuatro ambientes, no se detectaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre genotipos.

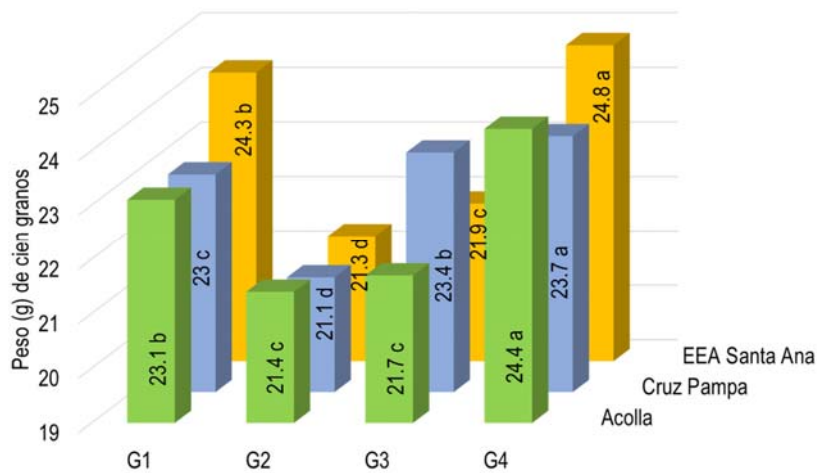
Los promedios generales individuales por ambiente, presentaron un rango de variación, en Pha, 107031.3 (Matahulo) a 124739.6 plantas (Cruz Pampa); en VEC, 10.75 (Matahulo) a 18.916 vainas (Cruz Pampa); en VRP, 21.75 (Matahulo) a 81.21 vainas (EEA Santa Ana); en GV, 4.0 (Matahulo) a 5.65 granos (EEA Santa Ana); en PCG, 22.69 (Acolla) a 23.9 g (Matahulo). Siendo este último ambiente, quién alcanzó mínimos valores en los primeros cuatro componentes, sin embargo, en PCG, alcanzó el máximo valor, indicando claramente el efecto de compensación para alcanzar los rendimientos esperados. Los valores de los coeficientes de variación para con PCG, presentaron una amplitud de 0.334 por ciento a 1.503 por ciento y 3.747 por ciento (VRP), considerados como muy bajos “muy homogéneos” entre genotipos, indicativo del buen control del error y de la eficiencia de la técnica experimental utilizada.

Según la prueba de significación de Tukey, EEA Santa Ana, en VRP, el rango de variación fue entre 71 y 88.93 vainas, el genotipo G2 (E-08-0501) alcanzó el mayor número de vainas restantes por planta y fue estadísticamente superior a los genotipos avanzados, incluido el testigo local (**Figura 19**), indicando sus diferencias en la expresión del potencial genético por su buena estabilidad agronómica para este ambiente frente a los demás ambientes.

En el peso de 100 granos (**Figura 20**) en los ambientes, Acolla, Cruz Pampa y EEA Santa Ana, el testigo (G4) fue estadísticamente diferente con promedios de 24.4, 23.7 y 24.8 g por 100 granos respectivamente; resultados que indican sus diferencias de su potencial genético (adaptado a los diferentes ambientes) frente a los genotipos de tarwi.



**Figura 19.** Componentes de rendimiento. Vainas restantes por planta (VRP), vainas totales por planta (VTP). Análisis individual. Genotipos avanzados de tarwi. EEA Santa Ana. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )



**Figura 20.** Componentes de rendimiento. Peso de 100 granos. Análisis individual. Genotipos avanzados de tarwi. EEA Santa Ana. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

Del análisis combinado (**Tabla 28**), según el análisis de varianza, se detectaron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre ambientes (A) para todos los componentes de rendimiento; en genotipos (G), granos por vaina (GV) y peso de 100 granos (PCG), muestras diferencias significativas y altamente significativas respectivamente, en los demás componentes de rendimiento, no se detectaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), se observa, además, la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) en el efecto de interacción GA, lo que significa que los genotipos respondieron de manera diferencial a la variación ambiental en los diferentes ambientes.

**Tabla 28.** Cuadrados medios del análisis de varianza combinado. Componentes de rendimiento. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	Pha	VEC	VRP	GV	PCG
Ambiente (A)	639851888 **	163.91 **	7823.51 **	5.743 **	3.476 **
Bloques/(A)	77107747 ns	13.44 **	151.71 ns	0.473 **	0.1204 ns
Genotipo (G)	8341471 ns	6.67 ns	114.44 ns	0.287 *	13.647 **
GA	28776946 ns	3.56 ns	107.20 ns	0.045 ns	1.8411 **
Error Conjunto	52964952	3.75	74.85	0.061	0.0601
CV%	6.2978	11.959	15.518	4.985	1.060
$\bar{x}$	115559.9	16.212	55.75	4.958	23.13

Pha: plantas.ha<sup>-1</sup>. VEC: vainas del eje central. VRP: vainas restantes por planta. GV: granos por vaina. PCG: peso de 100 granos. \*: significación con probabilidad de  $p \leq 0.05$ . \*\*: significación con probabilidad de  $p \leq 0.01$ .

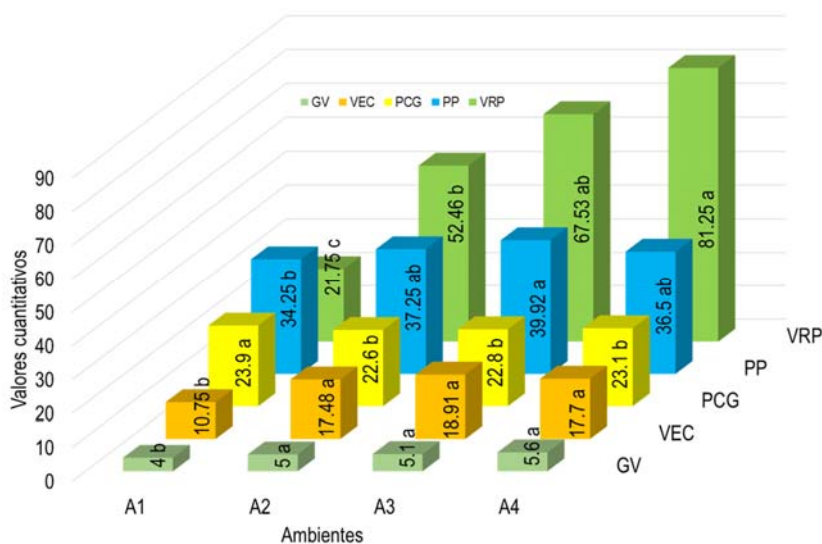
Los promedios generales del combinado, fueron, para Pha, 115 559.9 plantas, VEC, 16.212 vainas, VRP, 55.75 vainas, GV, 4.958 y PCG, 23.13 g. Valores dentro de los promedios alcanzados por autores que antecedieron a este ensayo. Los coeficientes de variación para con los componentes de rendimiento, presentaron una amplitud de 1.06 por ciento a 15.518 por ciento, considerados como bajos, indicando respuestas homogéneas, lo que es un indicativo del buen control del error y de la eficiencia de la técnica experimental utilizada.

La suma de cuadrados (SC) de PCG (**Anexo 23**), el efecto principal de G, explica el 58.19 por ciento ( $40.94 \cdot 100 / 70.35$ ) del total de la SC, las diferencias entre ambientes (A), solo el 14.83% ( $10.43 \cdot 100 / 70.35$ ) y la interacción (GA) contribuye el 23.55 por ciento ( $16.57 \cdot 100 / 70.35$ ). La mayor SC de genotipos que de ambientes indica que las primeras son muy diferentes y las principales causantes de la variación en alcanzar el efectivo llenado de granos. Lo que confirma una fuerte variación de comportamiento agronómico de los genotipos frente a las condiciones climáticas y edáficas entre ambientes, debido a la variabilidad del genotipo.

En GV, el efecto principal de G, explica el 3.62 por ciento ( $0.86 \cdot 100 / 23.76$ ) del total de la SC, mientras las diferencias entre ambientes (A), el 72.52 por ciento ( $17.23 \cdot 100 / 23.76$ ) y la interacción (GA) contribuye tan solo el 1.73 por ciento ( $0.41 \cdot 100 / 23.76$ ). La mayor SC de ambientes que de genotipos indica que las primeras son muy diferentes y las principales causantes de la variación en alcanzar mayor efectividad en el llenado de vainas (granos por vaina), lo que confirma una fuerte variación en las condiciones climáticas y edáficas, entre ambientes. Las diferencias entre estos componentes, indica que, PCG, está bastante influenciado por el comportamiento agronómico de los genotipos en los diferentes

ambientes; en GV, se observa superioridad en el efecto ambiental, que influyó en el llenado de las vainas.

Según la prueba de significación de Tukey, en ambientes (**Figura 21**), en GV y VEC, los tres primeros ambientes no son estadísticamente diferentes entre ellos, éstos difieren con el ambiente A1 (Matahulo), A4 (EEA Santa Ana) fue el mejor, estableciendo 5.6 granos por vaina y 17.7 vainas en el eje central respectivamente. En PP (plantas por parcela de 3.2 m<sup>2</sup>), A3 (Cruz Pampa) fue estadísticamente diferente a los demás ambientes, estableciendo 39.92 plantas (124 750 plantas.ha<sup>-1</sup> de un máximo de 125 500 plantas.ha<sup>-1</sup>), dada la altitud (3 815 msnm) es muy aceptable dicha población. En VRP, A4 (EEA Santa Ana) es estadísticamente diferente de los demás ambientes, estableciendo 81.25 vainas restantes por planta, que sumado a VEC, se cuenta con 98.95 vainas totales por planta. Comparativamente mayor a lo alcanzado por Aguilar (2015) quién reporta hasta 36.55 vainas totales por planta. En PCG, A1 (Matahulo) difiere estadísticamente a los demás ambientes, estableciendo 23.9 g por cien granos, observando un efecto compensatorio para alcanzar el rendimiento esperado, confirmando que este componente influye fuertemente en el rendimiento final, indicando que el ambiente EEA Santa Ana (A4: 3 260 msnm) contribuye más a la conformación expresa de los componentes de rendimiento (tres componentes).



**Figura 21.** Componentes de rendimiento por ambiente. Análisis combinado. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

En genotipos (**Figura 22**), las diferencias estadísticas en GV, los dos primeros genotipos no muestran diferencias estadísticas entre ellas, mostrando diferencia con los restantes, G3 (E-08-1576) alcanzó el primer orden con 5.1 granos por vaina.



**Figura 22.** Componentes de rendimiento por genotipo. Análisis combinado. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

En PCG, se observa el mismo resultado estadístico que en GV, sin embargo, G4 (testigo), se diferenció de las demás con 24.2 g por 100 granos, mostrando sus diferencias de su potencial genético (adaptado a los ambientes) frente a los ecotipos de tarwi. El rango de variación que se registró, osciló entre 21.8 y 24.2 g. Mostrando que G1 (E-13-0944) y G3 (E-08-1576), ostentan un poder discriminante de su potencial genético en franca competencia con G4 (testigo). Trabajos realizados en Otuzco-La Libertad, Aguilar (2015), obtuvo un promedio de peso de 100 semillas de 24.52 g, muy similar a lo alcanzado en el valle del Mantaro.

### **b. Componentes de adaptación ambiental**

Los análisis de varianza realizados en ambientes individuales en la característica días al 50 por ciento de floración (DF), fueron altamente significativos para genotipos ( $p \leq 0.01$ ) en el ambiente Cruz Pampa, y significativos ( $p \leq 0.05$ ) en los ambientes Matahulo y Acolla (**Tabla 29, Anexo 14, 15, 16**). Para esta característica en el ambiente de EEA Santa Ana, así como en las características porcentaje de emergencia (PE) y altura de planta (AP) inmersas en los cuatro ambientes, no se detectaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre genotipos.

**Tabla 29.** Cuadros medios del análisis de varianza individual. Componentes de adaptación ambiental. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

A	FV	% Emergencia	Altura de Planta	Días a la Floración
Matahulo	Bloque	39.583 ns	72.643 ns	2.083 ns
	Genotipo	16.667 ns	110.280 ns	18.75 *
	Error	14.583	103.643	2.083
	CV (%)	4.406	19.22065	1.402
	$\bar{x}$	86.667	52.9667	102.917
Acolla	Bloque	6.25 ns	21.723 ns	8.333 ns
	Genotipo	13.89 ns	21.004 ns	30.555 *
	Error	3.47	10.368	5.555
	CV (%)	2.014	1.987	2.459
	$\bar{x}$	92.5	162.066	95.833
Cruz Pampa	Bloque	1.583 ns	39.743 ns	82.75 *
	Genotipo	9.638 ns	48.652 ns	104.33 **
	Error	43.805	21.098	9.416
	CV (%)	7.2	2.862	2.351
	$\bar{x}$	91.916	160.483	130.5
EEA Santa Ana	Bloque	10.75 ns	16.75 ns	10.33 ns
	Genotipo	46.31 ns	14.75 ns	32.75 ns
	Error	29.64	8.416	9.00
	CV (%)	6.032	1.868	3.445
	$\bar{x}$	90.25	155.25	87.08

A: Ambientes. \*: significación con probabilidad de  $p \leq 0.05$ . \*\*: significación con probabilidad de  $p \leq 0.01$ .

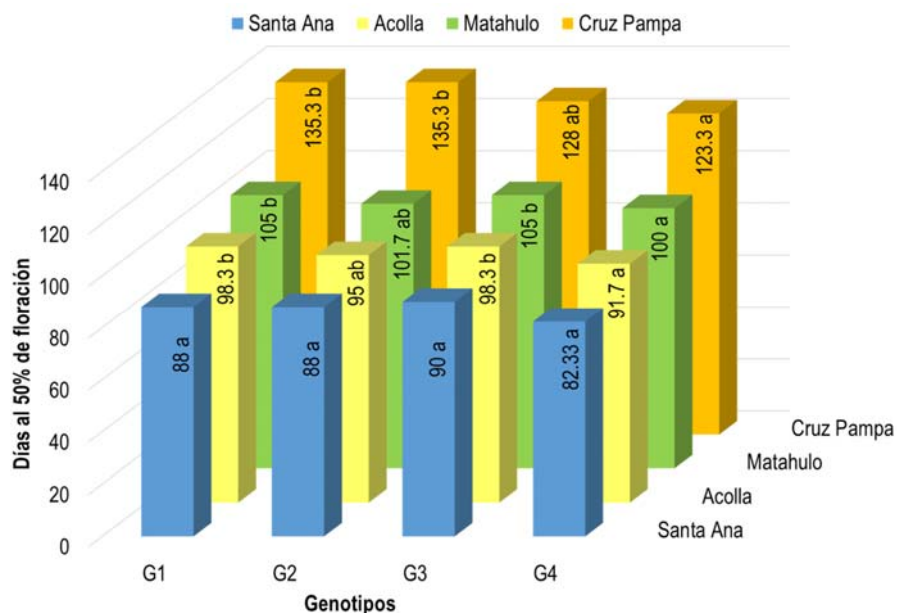
Para DF, el resultado estadístico indica las diferencias heterogéneas en la expresión del potencial genético de cada genotipo de tarwi, permitiendo discriminar genotipos precoces, intermedio y tardíos, mostrando una estabilidad agronómica limitado de ambientes con adaptación específica, mientras que, PE y AP, expresan diferencias homogéneas en la expresión potencial genética, mostrando elevada estabilidad agronómica para un amplio rango de ambientes, presentando adaptabilidad general o amplia.

Los promedios generales individuales por ambiente, presentaron un rango de variación, en PE, 86.667 por ciento (Matahulo) a 92.5 por ciento (Acolla); en AP, 52.967 (Matahulo) a 162.06 cm (Acolla), diferencialmente por el manejo agronómico, este último ambiente practica el cultivo mecanizado; en DF, 130.5 (Cruz Pampa) a 87.08 días (EEA Santa Ana), expresamente por la altitud, mayor precocidad en este último ambiente por estar ubicado en la zona baja del valle del Mantaro (3 260 msnm) y menor precocidad en Cruz Pampa (3 815 msnm), zona alta. Los valores de los coeficientes de variación para con estas características, presentaron una amplitud de 1.402 por ciento a 7.2 por ciento considerados como bajos lo



que es un indicativo del buen control del error y de la eficiencia de la técnica experimental utilizada, aun cuando en AP (Matahulo) alcanzó 19.22 por ciento de CV, es considerado como “bueno”.

Según la prueba de Tukey, en Matahulo, Acolla y Cruz Pampa (**Figura 23**), en DF, el testigo local de tarwi (G4) fue estadísticamente diferente frente al resto de genotipos, comportándose con mayor precocidad.



**Figura 23.** Días al 50% de floración. Genotipos avanzados de tarwi. Análisis individual. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

En Acolla necesitó 91.7 días para alcanzar el 50 por ciento de floración y en Cruz Pampa, 123.3 días (menos precoz entre localidades), resultado debido claramente a la altitud (msnm), mayor altitud menor precocidad y viceversa, corroborando que en el ambiente EEA Santa Ana, G4 (testigo local), se comportó como la más precoz necesitando 82.33 días (ambiente con menor altitud). Resultados que indican sus diferencias en la expresión del potencial genético frente a los genotipos avanzados de tarwi por su elevada estabilidad agronómica para un amplio rango de ambientes.

Del análisis combinado (**Tabla 30**), el análisis de varianza entre ambientes (A), detectó diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) para AP y DF, mientras que, en PE, presentó

diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ); en genotipos (G), altura de planta (AP) presenta diferencias estadísticas altamente significativas y significativas en días al 50 por ciento de floración (DF); no se detectaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en porcentaje de emergencia (PE). En la interacción GA, se observa, la existencia de diferencias estadísticas significativas en DF, lo que significa que los genotipos respondieron de manera diferencial a la variación ambiental en los diferentes ambientes.

**Tabla 30.** Cuadrados medios del análisis de varianza combinado. Componentes de adaptación ambiental. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	% Emergencia	Altura de Planta	Días a la Floración
Ambiente: A	82.61 *	34000.8 **	4225.05 **
Bloques/(A)	14.54 ns	37.715 ns	25.87 **
Genotipo: G	27.83 ns	138.632 **	126.55 *
GA	19.55 ns	18.685 ns	19.94 *
Error Conjunto	22.87	35.881	6.51
CV (%)	5.295	4.514	2.452
$\bar{x}$	90.333	132.692	104.083

\*: significación con probabilidad de  $p \leq 0.05$ . \*\*: significación con probabilidad de  $p \leq 0.01$ .

Los promedios generales del combinado, fueron, para PE, 90.33 por ciento, AP, 132.692 cm y DF, 104.083 días, muy aceptables para las condiciones del valle del Mantaro. Los valores de los coeficientes de variación para con estas características, presentaron una amplitud de 2.452 por ciento a 5.295 por ciento considerados como muy bajos lo que es un indicativo del buen control del error en su conjunto y de la eficiencia de la técnica experimental utilizada, indicando respuestas homogéneas.

La suma de cuadrados (SC) de AP (Anexo 17), el efecto principal de G, explica el 0.4 por ciento ( $415.9 \cdot 100 / 103749.6$ ) del total de la SC, el efecto ambiental (A) representa en conjunto, el 98.32 por ciento ( $102002.66 \cdot 100 / 103749.6$ ) y la interacción (GA) contribuye el 0.16 por ciento ( $168.16 \cdot 100 / 103749.6$ ). La mayor SC de ambientes que de genotipos indica que las primeras son muy diferentes y las principales causantes de la variación en alcanzar una efectiva altura de planta. Lo que confirma una fuerte variación de altura de planta gran parte explicada por el factor ambiente por las condiciones climáticas y edáficas entre estas. En DF, el efecto principal de G, explica el 2.79 por ciento ( $379.67 \cdot 100 / 13597.67$ ) del total de la SC, mientras las diferencias entre ambientes (A), el 93.22% ( $12675.17 \cdot 100 / 13597.67$ ) y la interacción (GA) contribuye tan solo el 1.32 por ciento ( $179.5 \cdot 100 / 13597.67$ ). La mayor SC de ambientes que de genotipos indica que las primeras son muy diferentes y las principales causantes de la variación en alcanzar mayor

precocidad en los genotipos de tarwi, lo que confirma una fuerte variación en las condiciones climáticas y edáficas, entre ambientes. Las diferencias indican que, tanto AP y DF, están bastante influenciados por el comportamiento agronómico de los genotipos en los diferentes ambientes.

Dada la diferenciación estadística presente en DF, y determinar qué ambiente promueve la mayor diferencia respecto a mayor, intermedio y menor precocidad para alcanzar el 50 por ciento de floración, en la **Tabla 31**, se muestra los resultados de la regresión lineal simple.

**Tabla 31.** Regresión lineal simple en días a la floración. Componentes de adaptación ambiental. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

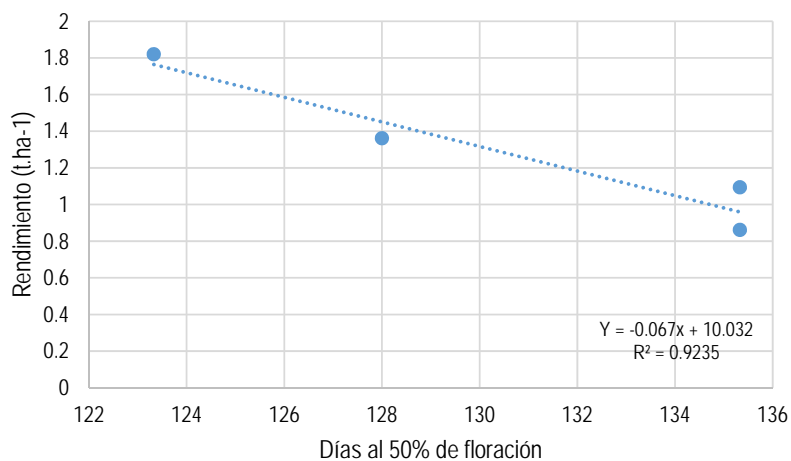
VARIABLES	Y	R <sup>2</sup>	r <sub>c</sub>	r <sub>α</sub>		sig
				0.05	0.01	
Días al 50% de floración						
Y= Rha X= DF (Ma)	- 0.06x + 7.0652	0.4829	0.8202	0.95	0.99	ns
Y= Rha X= DF (Ac)	- 0.0421x + 5.6281	0.7453	0.8633			ns
Y= Rha X= DF (CPa)	- 0.067x + 10.032	0.9235	0.9609			*
Y= Rha X= DF (EEASA)	- 0.0077x + 2.0732	0.016	0.1265			ns

DF: días al 50% de floración. Ma: Matahulo. Ac: Acolla. CPa: Cruz Pampa. EEASA: EEA Santa Ana-Hualahoyo.

Se observa que no existe diferencias estadísticas significativas para la regresión en los ambientes Matahulo (Ma), Acolla (Ac) y EEA Santa Ana (EEASA), indicando que la variable DF no está correlacionada con el aumento o disminución del rendimiento de grano, sin embargo, se observan diferencias estadísticas significativas para la regresión en el ambiente Cruz Pampa (CPa), indicando que existe algún grado de asociación, que determinó el decremento en el rendimiento de grano.

El ambiente CPa (3 815 msnm), en días necesitados para alcanzar el 50% de floración, alcanzó un coeficiente de correlación (r) de 0.9609, mostrando la ecuación de regresión estimada de,  $\hat{Y} = - 0.067x + 10.032$ , indicando por el incremento de un día para alcanzar el 50% de floración en tarwi, disminuye el rendimiento en 0.067 t.ha<sup>-1</sup>, debido a que a mayor altitud (msnm), la planta está expuesta al abiotismo negativo (heladas, granizo, sequía) por ende influye negativamente en el rendimiento de grano por muerte de flores y vainas en formación. Esta respuesta permite observar el coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>), de 0.9235, donde el 92.35 por ciento del decremento en el rendimiento ( $\hat{Y}$ ), está influenciado por los

días en alcanzar el 50 por ciento de floración (Figura 24), debido a que el incremento de días a la floración en condiciones ambientales de Cruz Pampa, donde se ejecutó el experimento, la altitud y sus características climáticas propias, causa un efecto negativo en los genotipos de tarwi para alcanzar los rendimientos esperados.

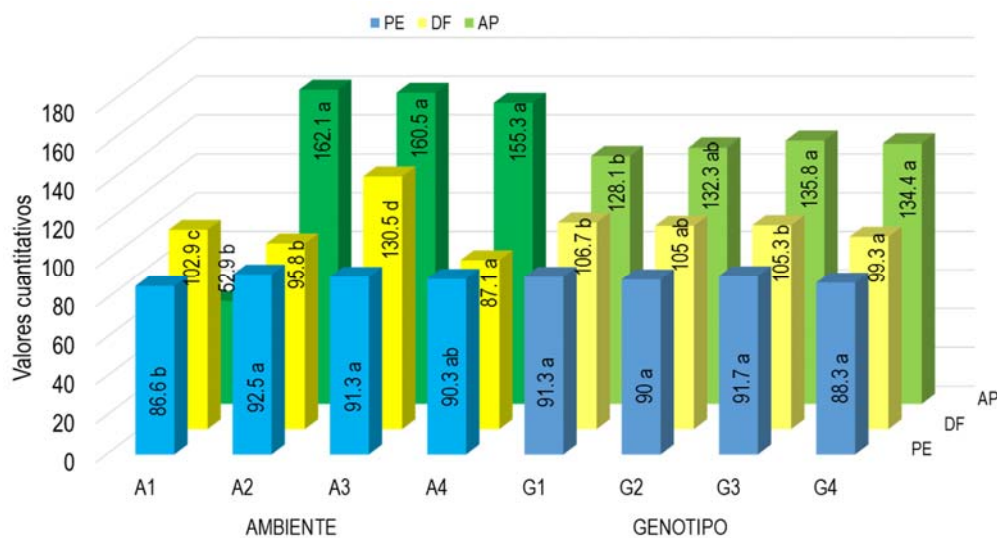


**Figura 24.** Regresión lineal de días a la floración. Cruz Pampa. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

Según la prueba de significación de Tukey, del análisis combinado, en ambientes (**Figura 25**), en PE, los ambientes A2 (Acolla) y A3 (Cruz Pampa) no difieren estadísticamente entre ellos, estos difieren con los dos ambientes restantes; mejor porcentaje de emergencia, alcanzó A2 con 92.5 por ciento; en DF, A4 (EEA Santa Ana) alcanzó mayor precocidad necesitando 87.1 días para alcanzar el 50 por ciento de floración y fue estadísticamente diferente a los otros ambientes; en AP, en A1 (Matahulo) se alcanzó menor altura de planta con 52.9 cm y fue estadísticamente diferente a los tres ambientes restantes, aquí, en A2 (Acolla) se alcanzó la mayor altura con 162.1 cm. La respuesta a estas características se debe principalmente a la altitud de los ambientes con sus características variables en clima y suelo.

En genotipos, las diferencias estadísticas se dan en DF, G4 (testigo) fue estadísticamente diferente a los genotipos, estableciendo mayor precocidad, necesitando 99.3 días para alcanzar el 50 por ciento de floración y la más tardía, G1 (E-13-0944) necesitando 106.7 días, deduciendo que, a mayor altitud ambiental, los genotipos se comportan con menor precocidad y a menor altitud mayor precocidad, siendo la diferencia entre genotipos de 7.4 días, que por sus características de clima frágil por la presencia de heladas principalmente, este tiempo es crucial para los rendimientos esperados, dado a que el tarwi es sensible a las

bajas temperaturas al estado de antesis. En AP, G4 y G3 (E-08-1576) no mostraron diferencias estadísticas entre ellas, estas mostraron diferencias estadísticas con los genotipos restantes, aquí, G3 alcanzó mayor altura de planta con 135.8 cm, conllevando a mayor desarrollo vegetativo y consecuentemente una capacidad productiva mayor. Cabe mencionar que el porcentaje de emergencia (PE), el comportamiento de los genotipos fue homogéneo.



**Figura 25.** Componentes de adaptación ambiental. Genotipos avanzados de tarwi. Análisis combinado. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

### 4.3.3 Fenómenos restrictivos de la producción

El cultivo de tarwi en la zona altoandina, valle del Mantaro, está sujeto a diferentes alteraciones que, a su vez, están fuertemente influidas por el clima. Existen fenómenos restrictivos como sequías, erosión de suelos, flora invasora de las malezas, insectos plaga, enfermedades, así como los fenómenos abióticos climáticos como heladas, granizadas que influyen en la composición, estructura y funciones del cultivo. Hoy, es preocupante el cambio climático, que modifica la dinámica de los cambios generados por insectos plaga y patógenos. La colección de datos de los fenómenos restrictivos de la producción de importancia local y su discusión, enriquecerá la concienciación para mejor planificación de la adaptación de genotipos de tarwi a diferentes ambientes.

#### a. Abiotismo climático: heladas

Los análisis de varianza realizados en ambientes individuales en la característica, daño por heladas al grano (Hg), fueron altamente significativos para genotipos ( $p \leq 0.01$ ) en los ambientes Matahulo, Acolla y Cruz Pampa, y significativos ( $p \leq 0.05$ ) en el ambiente EEA

Santa Ana (**Tabla 32, Anexo 28**). En daño por heladas a la planta (Hp), en los cuatro ambientes, no se detectaron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre genotipos. Para Hg, el resultado estadístico indica las diferencias heterogéneas en la expresión del potencial genético de cada genotipo de tarwi, permitiendo discriminar genotipos tolerantes, intermedio y susceptibles a la presencia de heladas al estado de llenado de vainas, mostrando una estabilidad agronómica limitado de ambientes con adaptación general o amplia.

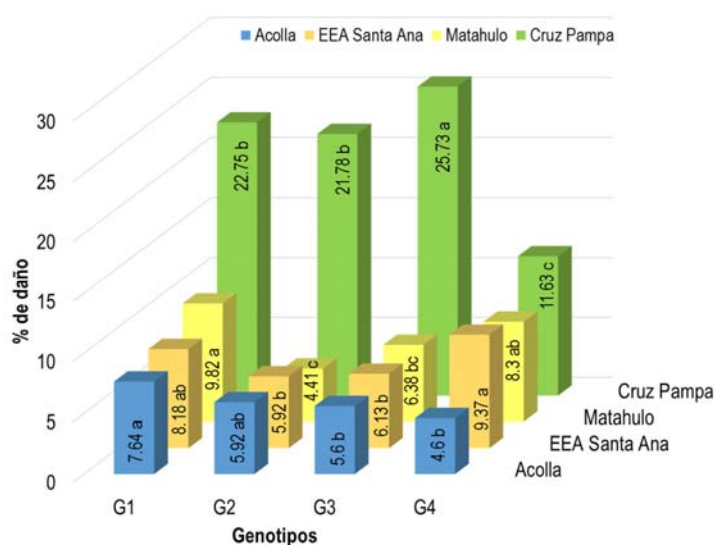
**Tabla 32.** Cuadrados medios del análisis de varianza individual. Daño por heladas (%). Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Datos transformados  $\sqrt{(x+1)}$ .

A	FV	Heladas a la planta (Hp)	Heladas al grano (Hg)
Matahulo	Bloque	0.1892 ns	0.0235 ns
	Genotipo	0.6683 ns	0.5251 **
	Error	0.2078	0.0323
	CV (%)	13.932	6.317
	$\bar{x}$	3.272	2.845
Acolla	Bloque	0.7644 ns	0.0060 ns
	Genotipo	0.1097 ns	0.1690 **
	Error	0.2302	0.0121
	CV (%)	13.622	4.189
	$\bar{x}$	3.522	2.626
Cruz pampa	Bloque	1.2140 *	0.0291 *
	Genotipo	0.3359 ns	1.5249 **
	Error	0.1280	0.0055
	CV (%)	7.877	1.6148
	$\bar{x}$	4.543	4.5925
EEA Santa Ana	Bloque	0.2017 ns	0.0106 ns
	Genotipo	0.6357 ns	0.2418 *
	Error	0.1699	0.0344
	CV (%)	11.157	6.4249
	$\bar{x}$	3.695	2.8908

A: ambientes. \*: significación con probabilidad de  $p\leq 0.05$ . \*\*: significación con probabilidad de  $p\leq 0.01$ .

Los promedios generales individuales por localidad (datos originales), presentaron un rango de variación, en Hp, 9.71 (Matahulo) a 19.64 por ciento (Cruz Pampa); en Hg, 5.895 (Acolla) a 20.09 por ciento (Cruz Pampa), mayor incidencia de heladas a mayor altitud (Cruz Pampa: 3815 msnm) llegando hasta 3 °C bajo cero, zona alta del valle del Mantaro y menor incidencia de heladas a menor altitud (Matahulo: 3286 msnm, Acolla: 3467 msnm), zona baja e intermedia. Los valores de los coeficientes de variación para con estas características, presentaron una amplitud de 1.615 por ciento a 13.932 por ciento considerados como bajos lo que es un indicativo del buen control del error y de la eficiencia de la técnica experimental utilizada.

Según la prueba de Tukey (**Figura 26**), para Hg, en Acolla, EEA Santa Ana y Matahulo, presentaron un rango variable de 4.6 por ciento a 9.82 por ciento de incidencia, calificado como 2 en la escala (baja), que no influyó en el rendimiento. Sin embargo, en Cruz Pampa (3 815 msnm), la incidencia por heladas al grano fue mayor, G3 (E-08-1576), con 25.73 por ciento de incidencia de daño, mostrando diferencias estadísticas con los demás genotipos, el testigo (G4) fue la más tolerante, alcanzando 11.63 por ciento de incidencia, dado a que es el genotipo más adaptado y con mayor estabilidad local. Resultados que indican sus diferencias en la expresión del potencial genético por su elevada estabilidad agronómica en un amplio rango de ambientes.



**Figura 26.** % de daño por heladas al grano. Genotipos avanzados de tarwi. Análisis individual. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

Según el análisis de varianza del combinado (**Tabla 33**), se detectaron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre ambientes (A) tanto para Hp y Hg; en la interacción GA, se observa, la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) en Hg, lo que significa que los genotipos respondieron de manera diferencial a la variación ambiental en los diferentes ambientes. En genotipos (G), no se detectaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en la incidencia porcentual de daño por heladas (Hg).

Los promedios generales del combinado, fueron, para Hp, 13.12 por ciento y en Hg, 9.49 por ciento, calificado como 2 (baja, tolerante), por tanto, no influyeron en los rendimientos esperados. Los valores de los coeficientes de variación, presentaron una amplitud de 4.4853

por ciento a 11.414 por ciento considerados como bajos lo que es un indicativo del buen control del error y de la eficiencia de la técnica experimental utilizada, indicando respuestas homogéneas.

**Tabla 33.** Cuadrados medios del análisis de varianza combinado. Daño (%) por heladas. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Datos transformados  $\sqrt{(x+1)}$ .

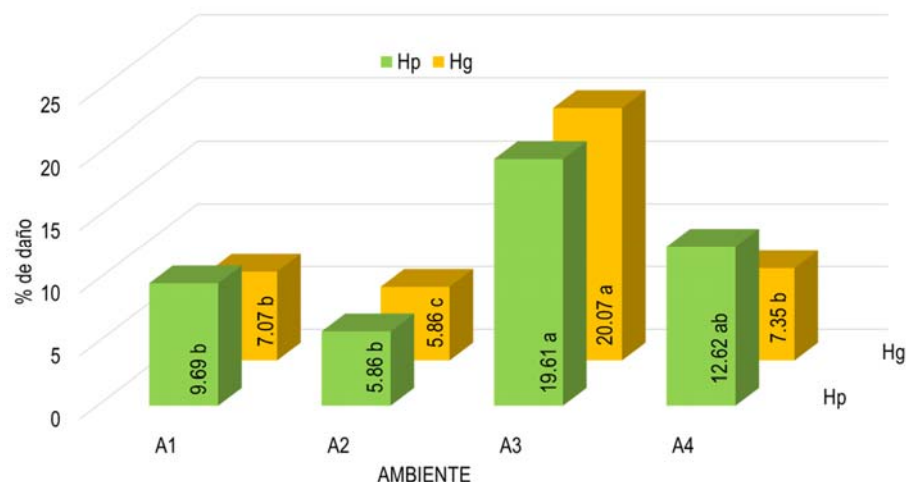
FV	Heladas a la planta (Hp)	Heladas al grano (Hg)
Ambiente (A)	3.6475 **	9.9308 **
Bloques/(A)	0.5923 *	0.0173 ns
Genotipo (G)	0.5941 ns	0.5863 ns
GA	0.3852 ns	0.6248 **
Error Conjunto	0.1840	0.0211
CV (%)	11.414	4.4853
$\bar{x}$	3.758	3.2389

\*: significación con probabilidad de  $p \leq 0.05$ . \*\*: significación con probabilidad de  $p \leq 0.01$ .

La suma de cuadrados (SC) del efecto de heladas (**Anexo 29**), en Hp, el efecto principal de G, explica solo el 7.04 por ciento ( $1.79 \cdot 100 / 25.43$ ) del total de la SC, el efecto ambiental (A) representa en conjunto, el 43.22 por ciento ( $10.99 \cdot 100 / 25.43$ ) y la interacción (GA) contribuye el 13.68 por ciento ( $3.48 \cdot 100 / 25.43$ ). En Hg, el efecto principal de G, explica solo el 4.67 por ciento ( $1.77 \cdot 100 / 37.91$ ) del total de la SC, mientras las diferencias entre ambientes (A), el 78.69 por ciento ( $29.83 \cdot 100 / 37.91$ ) y la interacción (GA) contribuye el 14.93 por ciento ( $5.66 \cdot 100 / 37.91$ ). La mayor SC de ambientes que de genotipos indica que las primeras son muy diferentes y las principales causantes de la variación en alcanzar mayor daño por heladas en los genotipos de tarwi, lo que confirma una fuerte variación en las condiciones climáticas y edáficas, entre ambientes. Las diferencias entre estas incidencias de daños por heladas, indica que, el daño a los granos, está bastante influenciado por el comportamiento agronómico de los genotipos en los diferentes ambientes, observando superioridad en el efecto ambiental y que contribuye negativamente en los rendimientos esperados.

Según la prueba de significación de Tukey, del combinado, en ambientes (**Figura 27**), se observa el mismo comportamiento estadístico tanto en Hp y Hg, el ambiente A3 (Cruz Pampa) difiere estadísticamente con los demás ambientes, siendo tolerante parcial con 19.61 por ciento (Hp) y 20.07 por ciento (Hg), 3 (intermedia) en la escala y A2 (Acolla) como tolerante con 5.86 por ciento en Hp y Hg, 2 (baja) en la escala. La respuesta a la incidencia de estos daños, específicamente en heladas al grano, se debe principalmente a la altitud de los ambientes con sus características variables en clima y suelo.





**Figura 27.** % de daño por heladas al grano. Genotipos avanzados de tarwi. Análisis combinado. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

### b. Plagas insectiles

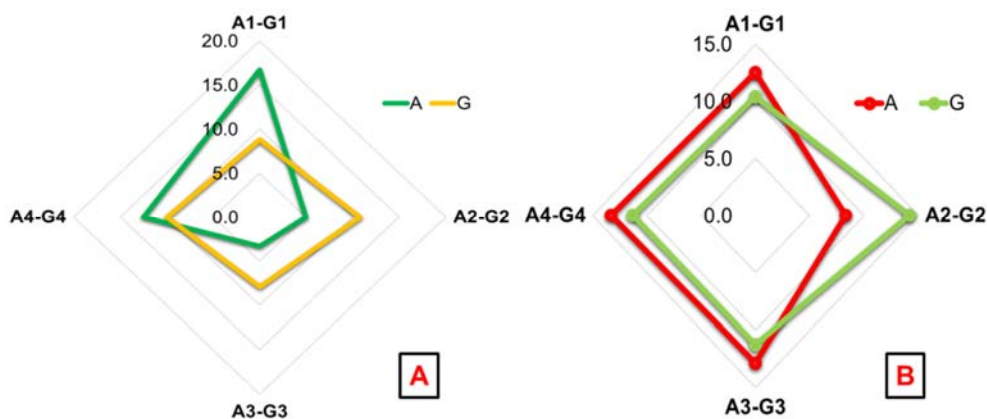
En la **Tabla 34a**, se observa la media aritmética (describe el punto central alrededor del cual se sitúa los valores de la variable). El daño causado por el complejo “Gorgojito negro de los Andes” (*Adioristus* spp., *Scoetoborus* sp. y *Cylydrorhinus* sp.), insectos plaga, donde los adultos, se alimentan de las hojas y brotes tiernos, corta los talluelos de las plántulas, después de la emergencia, así como las larvas que barrenan las raíces tiernas; los ambientes de Acolla (Acl) y Cruz Pampa (CrP) tuvieron menor incidencia de daño por estos gorgojos con promedio general de 5 por ciento y 3.3 por ciento, (2 en la escala: baja), mientras que Matahulo (Mat) y EEA Santa Ana (StA), alcanzaron mayores daños con 16.7 por ciento y 12.5 por ciento respectivamente (3 en la escala: intermedia). Resultados íntimamente relacionados con diferencias en altitud ambiental, ambientes con menor altura sobre el nivel del mar y mayor temperatura como Matahulo y EEA Santa Ana-Hualahoyo, mostraron menores daños, sin embargo, la incidencia no influyó mayormente en el rendimiento esperado.

**Tabla 34a.** Daño porcentual por plagas insectiles. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

Genotipos	“Gorgojito negro de los Andes”					“Copitarsia”				
	Mat	Acl	CrP	StA	$\bar{x}$ (G)	Mat	Acl	CrP	StA	$\bar{x}$ (G)
G1: E-13-0944	16.7	3.3	3.3	11.7	8.8	13.3	6.7	10.0	11.7	10.4
G2: E-08-0501	16.7	5.0	3.3	18.3	10.8	13.3	10.0	15.0	18.3	14.2
G3: E-08-1576	15.0	5.0	3.3	8.3	7.9	11.7	10.0	13.3	10.0	11.3
G4: Testigo	18.3	6.7	3.3	11.7	10.0	11.7	6.7	13.3	13.3	11.3
$\bar{x}$ (A)	16.7	5.0	3.3	12.5		12.5	8.3	12.9	13.3	

Mat: Matahulo (A1:3286 msnm). Acl: Acolla (A2: 3467 msnm). CrP: Cruz Pampa (A3: 3815 msnm). StA: EEA Santa Ana-Hualahoyo (A4: 3260 msnm). A: ambiente. G: genotipos

En cuanto al comportamiento de los genotipos, frente a la incidencia de daño por esta plaga, presentan un rango de 7.9 a 10.8 por ciento de incidencia de daño, mostrando un polígono de distribución homogéneo (**Figura 28**), indicando que, el potencial genético frente al daño por este insecto es de 2 (baja).



**Figura 28.** % de daño “Gorgojito negro de los Andes” (A) y por “Copitarsia” (B). Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

El daño causado por “Copitarsia” (*Copitarsia turbata* H.S.: “Gusano de tierra”), al estado larval, se comportan como cortadores a la altura del cuello de plantas tiernas (Camarena et al., 2012); el ambiente Acl, alcanzó menor incidencia de daño (8.33 por ciento), Mat, CrP y StA tuvieron amplitud mínima de 0.8 por ciento (12.5 a 13.3 por ciento), estos valores se sitúan como 3 en la escala (intermedia), resultados que no influyeron en la población de plantas y por ende en el rendimiento final. En cuanto a genotipos, el mayor daño se observa en G2 (E-08-0501) con 14.2 por ciento; los demás genotipos incluido el testigo, tuvieron una amplitud de 0.9 por ciento; mostrando un polígono de distribución con mayor tendencia a intermedia (entre baja y alta) en G2, indicando que, el potencial genético frente al daño por este insecto es de 3 (intermedia).

De la **Tabla 34b**, el daño causado por “Agrotis” (*Agrotis* sp. “Gusano de tierra”), cortador de plantas tiernas; los ambientes, Acl (3.3 por ciento), StA (3.3 por ciento) y CrP (3.8 por ciento), alcanzaron menor incidencia de daño; Mat (9.2 por ciento), el mayor daño, estos valores se sitúan como 2 en la escala (baja), resultados que no influyeron en la población de plantas. En genotipos, el mayor daño se observa en G3 (E-08-1576) con 7.9 por ciento; los demás genotipos incluido el testigo, tuvieron una amplitud de 1.3 por ciento; mostrando un polígono de distribución con mayor tendencia a ser baja de incidencia en G3 (**Figura 29**), indicando que, el potencial genético frente al daño por este insecto es de 2 (baja).

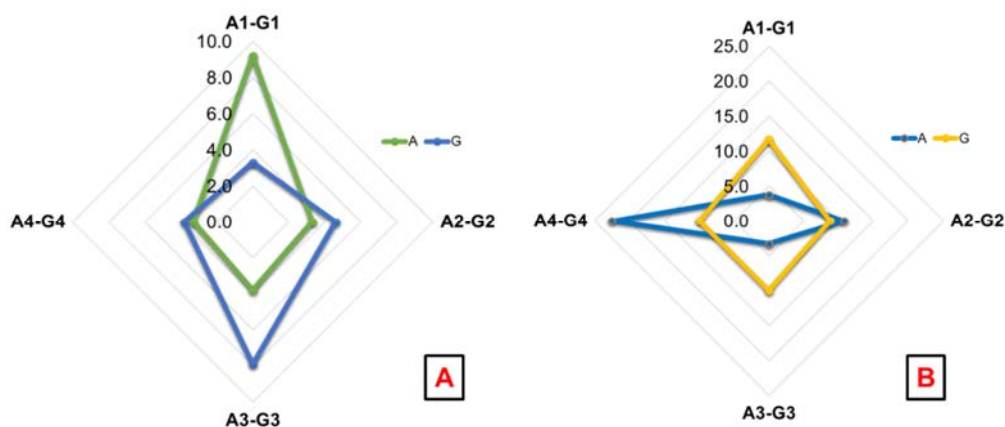
**Tabla 34b.** Daño porcentual por plagas insectiles. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

Genotipos	Agrotis					Liriomyza				
	Mat	Acl	CrP	StA	$\bar{X}$ (G)	Mat	Acl	CrP	StA	$\bar{X}$ (G)
G1: E-13-0944	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	11.7	5.0	26.7	11.7
G2: E-08-0501	6.7	3.3	3.3	5.0	4.6	3.3	8.3	3.3	20.0	8.8
G3: E-08-1576	20.0	3.3	5.0	3.3	7.9	5.0	11.7	3.3	20.0	10.0
G4: Testigo	6.7	3.3	3.3	1.7	3.8	3.3	11.7	1.7	23.3	10.0
$\bar{X}$ (A)	9.2	3.3	3.8	3.3		3.8	10.8	3.3	22.5	

Mat: Matahulo (A1:3286 msnm). Acl: Acolla (A2: 3467 msnm). CrP: Cruz Pampa (A3: 3815 msnm). StA: EEA Santa Ana-Hualahoyo (A4: 3260 msnm). A: ambiente. G: genotipos

El daño causado por “Liriomyza” (*Liriomyza huidobrensis* Blanchard “mosca minadora”), plaga “polífaga”, las larvas se alimentan del mesófilo de los folíolos de las hojas dejando intactas las capas externas o epidemiales. Las hojas afectadas presentan “minas” sinuosas (Camarena et al., 2012), perdiendo su capacidad fotosintética, defoliándose total o parcialmente.

Estadísticamente, el ambiente StA, alcanzó la mayor incidencia de daño con 22.5 por ciento, ubicándose Acl (10.8 por ciento, baja), mientras que CrP (3.3 por ciento) y Mat (3.8 por ciento), alcanzaron menor incidencia de daño, calificados en 2 en la escala (baja), valores que no influyeron en la población de plantas. En genotipos, el mayor daño se observa en G1 (E-13-0944) con 11.7 por ciento; los demás genotipos incluido el testigo, mantuvieron una amplitud de 1.2 por ciento; mostrando un polígono de distribución homogéneo (**Figura 29**), indicando que, el potencial genético frente al daño por este insecto es de 2.



**Figura 29.** % de daño “Agrotis” (A) y por “Liriomyza” (B). Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

En suma, individualmente para los genotipos dentro de los ambientes individuales, la variación porcentual de incidencia de daño por plagas insectiles se tuvo un mínimo de 3.3 por ciento, registrado mayoritariamente en todos los genotipos para “Gorgojito de los Andes” en CrP y para “Agrotis” en Acl, y, un máximo de 26.7 por ciento, correspondiente al genotipo E-13-0944 (G<sub>1</sub>) en el ambiente StA, quién se comportó con incidencia entre baja y alta (intermedia) a la presencia de “Liriomyza”, lo que corrobora, que a menor altura sobre el nivel del mar, mayor daño, básicamente por efectos de la temperatura ambiental, lo que incide en el comportamiento de incidencia de daño del insecto plaga en el cultivo de tarwi.

### c. Enfermedades foliares

El daño causado por “Roya” (*Uromyces lupini*), se presenta formando pústulas que al final se observan como polvillos anaranjados en las hojas, tallos y hasta frutos, provocando el secamiento de los órganos afectados (Camarena et al., 2012).

Los promedios generales (**Tabla 35**), muestran que los ambientes Mat y StA, alcanzaron mayor incidencia de daño con 15 por ciento, ubicándose Acl (7.1 por ciento) como moderada, mientras que CrP (3.1 por ciento), alcanzó menor daño, calificados de 2 en la escala (ligera), valores que no influyeron en la infección foliar de la población de plantas, no mediando en el rendimiento esperado. En genotipos, el testigo (G<sub>4</sub>) mostró ser más moderada con 14.4 por ciento de incidencia de daño, por su uso frecuente a través de los años.

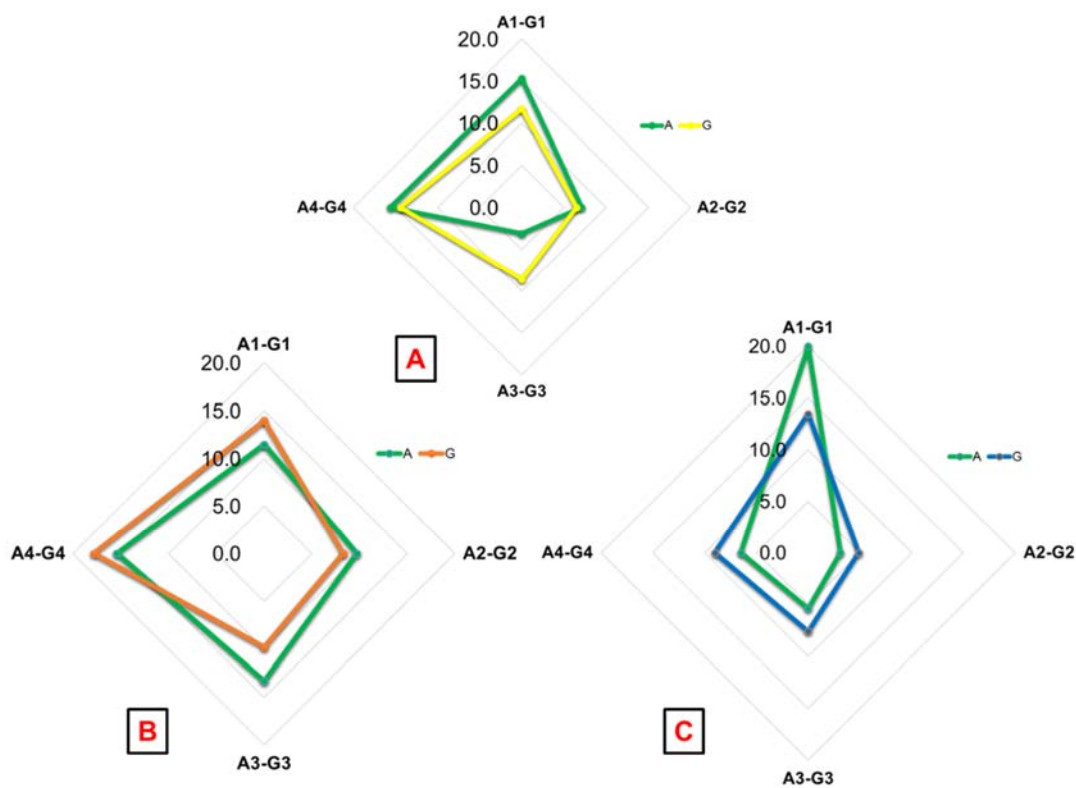
**Tabla 35.** Daño porcentual por enfermedades foliares. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

Genotipos	Roya					Antracnosis					Marchitez				
	Mat	Acl	CrP	StA	$\bar{x}$ (G)	Mat	Acl	CrP	StA	$\bar{x}$ (G)	Mat	Acl	CrP	StA	$\bar{x}$ (G)
G1: E-13-0944	13.5	11.2	2.2	20.0	11.7	10.8	12.8	14.0	18.4	14.0	28.6	2.2	8.8	14.6	13.5
G2: E-08-0501	11.3	4.1	3.6	6.9	6.5	9.1	6.9	9.1	8.0	8.3	9.1	3.6	4.1	3.0	4.9
G3: E-08-1576	12.7	4.9	2.2	14.4	8.6	8.6	6.5	10.5	13.8	9.8	22.5	2.2	3.0	2.7	7.6
G4: Testigo	23.7	8.2	4.4	21.2	14.4	17.5	12.8	19.5	21.6	17.8	19.9	4.4	5.8	5.9	9.0
$\bar{x}$ (A)	15.3	7.1	3.1	15.6		11.5	9.7	13.3	15.4		20.0	3.1	5.4	6.5	

Mat: Matahulo (A1:3286 msnm). Acl: Acolla (A2: 3467 msnm). CrP: Cruz Pampa (A3: 3815 msnm). StA: EEA Santa Ana-Hualahoyo (A4: 3260 msnm). A: ambiente. G: genotipos

En la **Figura 30(a)**, se observa en el polígono de distribución que el testigo, se comporta como moderada en la incidencia de daño en A4 (StA) y A1 (Mat), prevalencia dada por la menor altitud, donde se ubican ambos ambientes.

El daño causado por “Antracnosis” (*Colletotrichum gloeosporioides*), se presenta formando manchas en las vainas de 1 a 3 cm de diámetro, cubiertas con una capa anaranjada, las cuales se deben a las masas de conidias del hongo. Los granos aparecen chupados y se les reconoce con facilidad. Las plantas que nacen de semillas infectadas, muestran los síntomas en los cotiledones y tallos, llegando a veces, matar la planta (Tapia, 2015).



**Figura 30.** % de daño “Roya” (A), “Antracnosis (B) y por “Marchitez” (C). Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

Los promedios generales de infección por “Antracnosis” (*Colletotrichum gloeosporioides*), muestran al ambiente StA con mayor incidencia de daño (15.4 por ciento) y Acl con menor (9.7 por ciento), con daño moderado y ligero, Mat y CrP (11.5 por ciento y 13.3 por ciento respectivamente), calificados con 3 en la escala (moderada), resultados que no influyeron en infección foliar de la población de plantas, no mediando en el rendimiento esperado. En genotipos, la mayor incidencia de daño se observa (**Figura 30b**) en el testigo (G4), dada a la frecuencia de siembra en A4 (StA), así lo demuestra el polígono de distribución, influenciada básicamente por la menor altitud, y por ende temperaturas más benevolentes.

El daño causado por “Marchitez” (*Rhizoctonia solani*), ataca a plántulas recién emergidas, con mayor ataque en terrenos pesados, con mal drenaje y en siembras profundas, dañando a las plántulas, condicionando a la pudrición del cuello y raíces (Camarena et al., 2012).

Los promedios de infección por “Marchitez” (Tabla 35), los ambientes, StA, CrP y Acl, tuvieron una amplitud de 3.4 por ciento de daño ligero; Mat, alcanzó mayor incidencia de daño con 20 por ciento, calificados con 3 en la escala (moderada), resultados que no influyeron en la población de plantas, no mediando en el rendimiento esperado. En genotipos, G1 (E-13-0944), se muestra como la más moderada con 13.5 por ciento de daño foliar, cuyo polígono de distribución (**Figura 30 c**), muestra un pico elevado y en el ambiente A1 (Mat), influenciada por la menor altitud, con mayor variabilidad en la incidencia de daño por infección de “Marchitez”.

En suma, para genotipos dentro de ambientes individuales, la variación porcentual de daño por enfermedades prevalentes, alcanzó 2.22 por ciento (ligero) para “Roya” y “Marchitez” en los genotipos G<sub>1</sub> (E-13-0944) y G<sub>3</sub> (E-08-1576), inmersos en los ambientes CrP y Acl, y, 28.6 por ciento (severo), correspondiente a G<sub>1</sub>, quién se comportó con incidencia de daño moderada para “Marchitez” en el ambiente Mat, lo que corrobora, que, a menor altitud sobre el nivel del mar y mayor humedad ambiental, mayor daño, lo que incidió en el comportamiento de daño de la enfermedad foliar. Cabe destacar que, G<sub>2</sub> (E-08-0501) alcanzó a ser ligera en la incidencia de daño frente a las tres enfermedades foliares evaluadas, con un rango de 4.9 a 8.3 por ciento promedio, indicando su potencial genético de tolerancia a estas enfermedades.

#### **4.3.4 Análisis de los efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (AMMI)**

Las siglas AMMI corresponden del inglés “Additive Main Effects and Multiplicative Interaction”, se incluye como parte del análisis de varianza para calcular los efectos aditivos de genotipo y ambiente, dado que proporciona el mejor índice ambiental teórico para el que las sensibilidades genotípicas presentan variación máxima y que conjuntamente mejor explican la interacción GA (Romagosa et al., 2008).

Efectos significativos para la interacción GA justifican la continuidad del análisis para determinar su interacción en el comportamiento de los diferentes genotipos a través de ambientes. La significación estadística para la interacción en el análisis de varianza del

combinado en las características, peso de 100 granos (PCG) (Tabla 27), días al 50 por ciento de floración (DF) (Tabla 29), y efecto de heladas al grano (HG) (Tabla 22), justifican la continuidad del análisis AMMI (mide la estabilidad), para cuantificar la naturaleza de la interacción en el comportamiento de los diferentes genotipos a través de ambientes estableciendo aquellos que más contribuyen a dicha interacción.

El modelo AMMI reportó diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre ambientes, genotipos y la interacción GA, con excepción en días al 50 por ciento de floración para esta última. (**Tabla 36, Anexo 30**). La interacción se debe a la respuesta diferencial a diversos efectos ambientales adversos, como plagas, enfermedades, heladas, sequía, etc., consecuentemente la mejora para resistencia se traduciría en un aumento de estabilidad fenotípica de éstas características.

**Tabla 36.** Cuadrados medios del análisis AMMI. Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	Días al 50% de floración	Peso de 100 granos (g)	Daño por heladas al grano (%) <sup>t</sup>
Bloques	2	24.395 ns	0.317 **	0.017 ns
Ambiente	3	4225.056 **	3.476 **	9.944 **
Genotipo	3	126.556 **	13.647 **	0.590 **
GA	9	19.944 ns	1.841 **	0.629 **
Error	30	10.485	0.059	0.02
Total corregido	47			
CV (%)		3.1109	1.05	4.395
$\bar{x}$		104.083	23.133	3.239

t: datos transformados  $\sqrt{(x+1)}$ . \*: significación con probabilidad de  $p \leq 0.05$ . \*\*: significación con probabilidad de  $p \leq 0.01$ .

Los efectos altamente significativos para GA justifican la continuidad del análisis para determinar el efecto de esta interacción en el comportamiento de los diferentes genotipos a través de ambientes.

En el **Anexo 30**, se aprecia los resultados de la suma de cuadrados, utilizando este resultado estadístico, se resume la importancia de la variación total observada. Para días al 50 por ciento de floración, el ambiente explica el 93.22 por ciento, los genotipos el 2.79 por ciento y el componente de interacción el 1.32 por ciento de la variación total observada (discusión Tabla 19), indicando que, para la precocidad, el ambiente y los genotipos, son más relevantes que el efecto de interacción. En peso de 100 granos, el ambiente explica el 14.83 por ciento, los genotipos el 58.19 por ciento y la interacción el 23.55 por ciento (discusión Tabla 17), lo

que indica que, para la densidad del grano, los genotipos y el efecto de interacción GA son más relevantes que el comportamiento de cada ambiente. Mientras que, en daño por heladas al grano, el ambiente explica el 78.69 por ciento, los genotipos el 4.67 por ciento y la interacción el 14.93 por ciento (discusión Tabla 22), indicando que, para el abiotismo negativo al desarrollo y conformación del grano, el ambiente y los efectos de interacción son más relevantes que el comportamiento *per se* de cada genotipo.

La matriz GA es utilizada por el modelo AMMI para la respectiva estimación de los componentes principales de interacción (IPCA). De acuerdo a este modelo, de los días necesarios para alcanzar el 50 por ciento de floración, solo el primer componente principal de interacción (IPCA1), presenta diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ), además se observa que los dos primeros términos explican una proporción del 98.914 por ciento de la suma de cuadrados total de la interacción GA (**Tabla 37, Anexo 30**).

**Tabla 37.** Resultados de las SC para los términos AMMI (prueba de Gollob). Genotipos avanzados de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016

FV	GL	Días al 50% de floración		Peso de 100 granos (g)		Daño por heladas al grano (%) <sup>t</sup>	
		CM	SC (%)	CM	SC (%)	CM	SC (%)
IPCA1	5	32.661*	90.979	2.249**	67.853	1.048**	92.574
IPCA2	3	4.747	7.935	1.413**	25.580	0.109**	5.789
IPCA3	1	1.951	1.087	1.088**	6.567	0.093*	1.636
IPCA4	-1	-0.000	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000

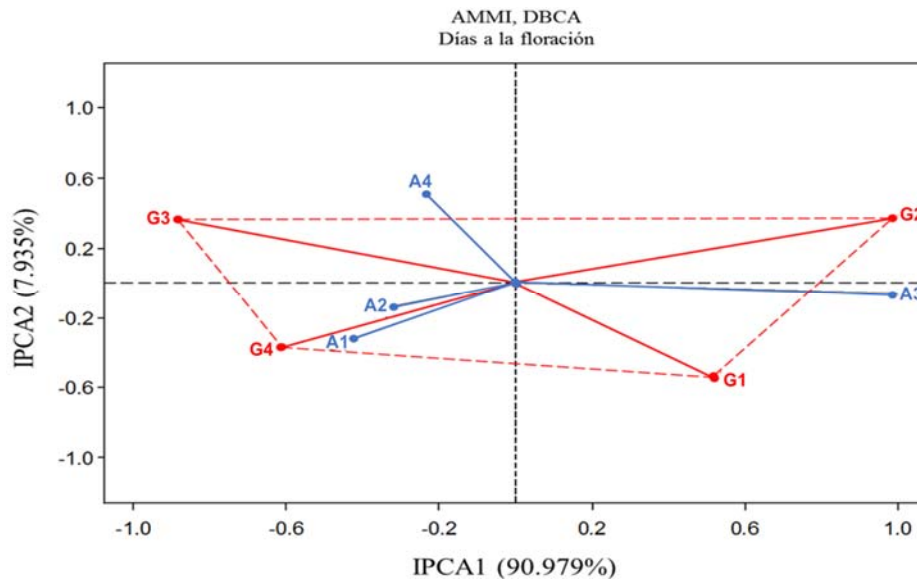
IPCA: estimación de los componentes principales de interacción. CM: cuadrado medio. SC (%): % de la suma de cuadrados total de la interacción GA explicada para cada uno de los términos AMMI. t: datos transformados  $\sqrt{(x+1)}$ . \*: significación con probabilidad de  $p \leq 0.05$ . \*\*: significación con probabilidad de  $p \leq 0.01$ .

Para peso de 100 granos, los tres primeros componentes de interacción presentan diferencias estadísticas altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) y, además se observa que los dos primeros términos explican una proporción del 93.433 por ciento de la suma de cuadrados total de la interacción GA. En la incidencia de daño por heladas al grano, los dos primeros componentes de interacción presentan diferencias estadísticas altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) y el tercer componente presenta diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ), asimismo, se observa que el primer término explica una proporción del 92.574 por ciento de la varianza de la interacción GA, que, sumado al segundo término explican el 98.363 por ciento.

La interpretación de los resultados del análisis AMMI con la representación gráfica (biplot), en el mismo espacio de los genotipos (G) y los ambientes (A), para días al 50 por ciento de floración (**Figura 31**), el primer componente explica el 90.979 por ciento de la varianza total y el segundo componente mostró el 7.935 por ciento, se diferencian cuatro sectores (A1:



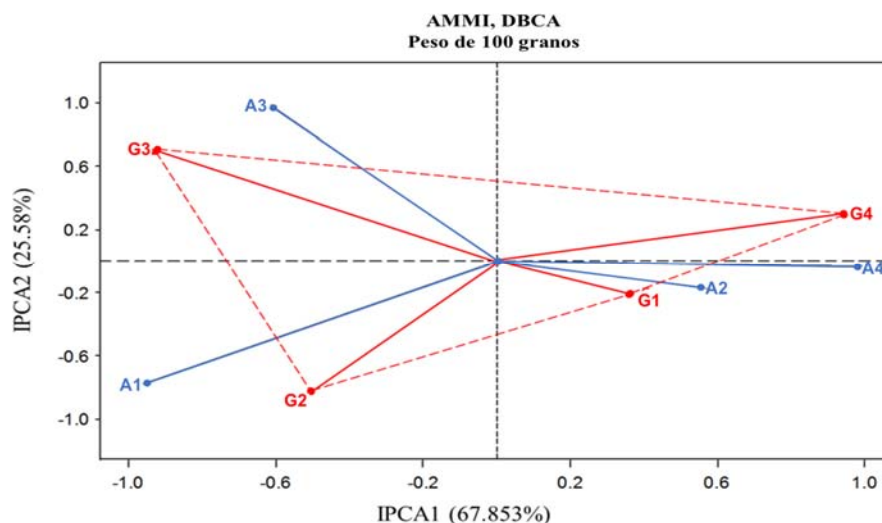
Matahulo, A2: Acolla, A3: Cruz Pampa y A4: EEA Santa Ana), lo que representa a un ambiente.



**Figura 31.** Gráfico “biplot” de la contribución de interacción genotipos con ambientes respecto a los dos primeros ejes de los componentes del modelo AMMI para días al 50% de floración. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

En los vértices del polígono se ubican los genotipos (G1: E-13-0944, G2: E-08-0501, G3: E-08-1576 y G4: testigo del agricultor local) con mayor interacción, por lo tanto, mayor adaptación específica a los ambientes del sector correspondiente. Así, en el sector superior se ubican los ambientes A3 y A4 donde destaca G2 como el más adaptado; en el sector izquierdo superior se ubican A2 y A4 donde destaca G3 como el más adaptado; en el sector izquierdo inferior los ambientes en los que se encuentran A1 y A2 con el genotipo G4 como el más adaptado, y en los ambientes A1 y A3 se ubica el genotipo G1. Así, los genotipos más estables son los que se encuentran más cercanos al origen, y al alejarse de éste su comportamiento es más variable. El genotipo más estable fue G4 (testigo local del agricultor) en el ambiente A2 (Acolla). Respecto a los componentes principales, se observa que G2 y G3 se encuentran en posición opuesta en relación a IPCA2, mientras que G1 y G2 se encuentran en relación opuesta en relación a IPCA1.

Para el peso de 100 granos (**Figura 32**), el primer componente representó el 67.853 por ciento de la varianza total y el segundo componente representó el 25.58 por ciento; se diferencian los cuatro sectores los que representan a un ambiente.

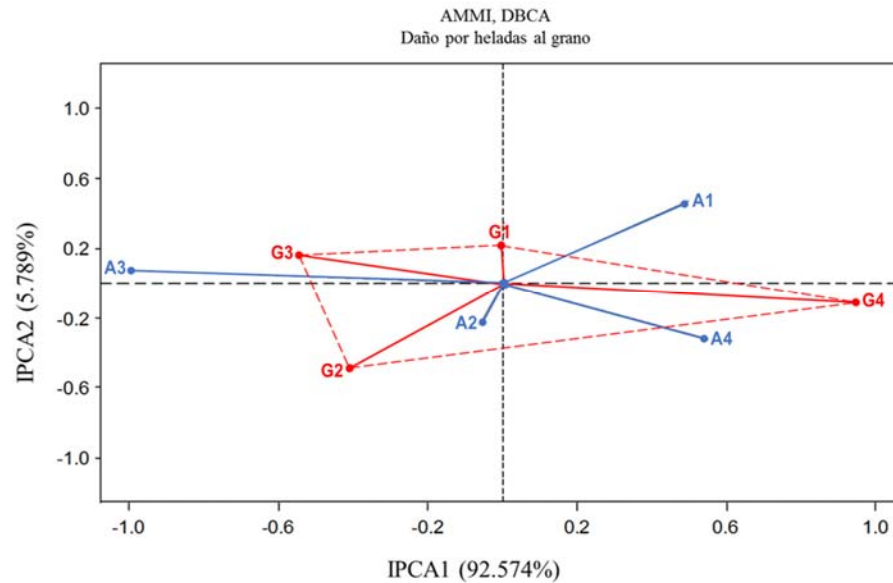


**Figura 32.** Gráfico “biplot” de la contribución de interacción genotipos con ambientes respecto a los dos primeros ejes de los componentes del modelo AMMI para peso de 100 granos. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

En los vértices del polígono se ubican los genotipos con mayor interacción, por lo tanto, mayor adaptación específica a los ambientes del sector correspondiente. Así, en el sector superior se ubica los ambientes A4 y A3 donde destaca el genotipo G4; en el sector izquierdo los ambientes en los que se encuentran A1 y A3 con el genotipo G3 como el más adaptado; en el sector inferior se ubica el ambiente A2 destacando en ella el genotipo G1 como el más adaptado. El genotipo más estable fue G1 en el ambiente A2. Respecto a los componentes principales, se observa que G3 y G4 se encuentra en posición opuesta en relación a IPCA2, mientras que G2 y G3 se encuentra en relación opuesta en relación a IPCA1.

Para la incidencia de daño por heladas al grano las diferencias se aprecian en el biplot de la **Figura 33**. En ésta, el primer componente representó el 92.574 por ciento de la varianza total y el segundo componente representó el 5.789 por ciento; se diferencian los cuatro sectores los que representan a un ambiente. En los vértices del polígono se ubican los genotipos con mayor interacción, por lo tanto, mayor adaptación específica a los ambientes del sector correspondiente. Así, en el sector superior se ubican A1 y A4 donde destaca el genotipo G4 como el más adaptado; en el mismo sector se ubica A1 donde destaca el genotipo G1 como el más adaptado; en el sector izquierdo los ambientes en los que se encuentran A2 y A3 con el genotipo G2 como el más adaptado. Así, los genotipos más estables son los que se encuentran más cercanos al origen, y al alejarse de éste su comportamiento es más variable. El genotipo más estable fue G1 en el ambiente A1. Respecto a los componentes principales,

se observa que G2 y G4 se encuentra en posición opuesta en relación a IPCA2, mientras que G2 y G3 se encuentra en relación opuesta en relación a IPCA1.



**Figura 33.** Gráfico “biplot” de la contribución de interacción genotipos con ambientes respecto a los dos primeros ejes de los componentes del modelo AMMI para daño por heladas al grano. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

Los resultados confirman que el genotipo G1 (E-13-0944) presentó el mayor positivo o negativo del ambiente sobre la expresión del carácter. En cuanto a los ambientes, A2 (Acolla), es la más representativa de las condiciones ambientales medias, con respecto a factores importantes para la interacción y con una muy baja contribución a la interacción.

## V. CONCLUSIONES

La caracterización de las unidades productoras con tarwi (UPT) con características diferenciales para su desarrollo, en este punto se concluye:

- a. Se estructuraron tres grupos correspondiendo a variables sintéticas de Recursos del predio (F1), Realidad socio-ambiental (F2) y Dimensión social (F3), que a su vez generaron la tipificación de tres sistemas de producción.
- b. Los factores de producción que caracterizan a las UPT, son:
  - Grupo 1 (F1), agrupó 64 UPT, la variable Extensión de terreno de cultivo que posee, es la más influyente que explica el problema de caracterización de la UPT, cuenta con 0.5-1 ha de extensión, un rendimiento de cultivos diferente a tarwi de 6-10 t, el área de otros cultivos es de 0.5-1 y 2-5 ha, necesitan 1000-1250 soles por ha para producir tarwi, el área cultivada de tarwi de 0.1-0.5 ha y con 1-2 y 3-4 personas que trabajan en su predio.
  - Grupo 2 (F2), se abastecen de lluvia para su cultivo y cuentan con transporte público diario.
  - Grupo 3 (F3), la actividad familiar es la agricultura y ganadería.

Al evaluar la sustentabilidad de las UPT, se halló que:

- El Índice de Sustentabilidad General alcanzado satisfacen las condiciones de sustentabilidad enmarcadas en los sistemas de cultivo de tarwi, alcanzando las tres cuartas porcentuales de las UPT como sustentables.
- De las dimensiones por dominio de recomendación, las localidades, Acolla, Cruz Pampa, Hualahoyo y Quicha Grande, son actualmente sustentables. Las UPT Acolla y Hualahoyo fueron las más sustentables.
- Los puntos críticos de sustentabilidad, en la dimensión económica, la más crítica fue la superficie de producción de autoconsumo, en la dimensión ecológica, el manejo de cobertura vegetal, y en la dimensión socio-cultural, de manera general no se identificaron puntos críticos que muestran preocupación, salvo la localidad de Cruz Pampa, donde el acceso a salud y cobertura sanitaria fueron las más críticas.

Al evaluar, el efecto de los genotipos avanzados de tarwi en la zona altoandina del valle del Mantaro, que puedan contribuir al desarrollo sustentable, se encontró que:

- En rendimiento de campo, el ecotipo del agricultor superó a los demás en los ambientes de Matahulo, Acolla y Cruz Pampa, mientras que el ecotipo E-08-0501 superó a todos en la EEA Santa Ana. En cuanto a ambientes en éste último ambiente se dieron los mayores rendimientos de grano.
- Teniendo en cuenta los componentes de rendimiento, los ecotipos E-08-0501 y E-08-1576 tuvieron un comportamiento estable en los cuatro ambientes a pesar que existió heterogeneidad entre ambientes.
- En los componentes de adaptación ambiental, el ecotipo del agricultor fue más precoz y la EEA Santa Ana promovió mayor precocidad; y el ecotipo E-08-1576 alcanzó mayor altura de planta y el ambiente de Acolla influyó en alcanzar mayor altura de planta.
- Todos los ecotipos reportan baja incidencia de daño de las plagas, “Gorgojito negro de los Andes” (*Adioristus* spp, *Scoetoborus* sp y *Cylydrorhinus* sp) y *Agrotis* sp.
- La “roya” (*Uromyces lupini*) y la “marchitez” (*Rhizoctonia solani*) presentaron incidencia de daño moderada en todos los ambientes; la “marchitez” ocasionó el mayor daño (28%) en el ecotipo E-13-0944 en Matahulo. El ecotipo E-08-0501 tuvo una reacción ligera a las enfermedades foliares en todos los ambientes.
- El ecotipo del agricultor fue el más tolerante a las heladas en Acolla y el ecotipo E-08-1576 mostró ser parcialmente tolerante en Cruz Pampa.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Con la finalidad de aclarar la caracterización y tipificación de las unidades productoras con cultivo de tarwi y conocer el número real de todo el valle del Mantaro, así como de la sierra del Perú, lugares donde se cultiva el tarwi, se hace necesario continuar el estudio teniendo como instrumento de base, el estudio del presente trabajo.

Trabajar con especialistas en caracterización y sustentabilidad de manera multidisciplinaria a fin de elaborar un modelo de unidades productoras futuras, precisando los diferentes parámetros técnicos y socio-económicos, a fin de generar líneas de investigación para el uso sustentable del tarwi que culminen en el logro de una agricultura sustentable.

Gestionar, desarrollar, implementar y sensibilizar temas de caracterización, sustentabilidad y manejo de cultivos andinos, integrando conocimientos ancestrales y modernos para los productores que mantienen en su saber campesino sus técnicas propias, generando interés para establecer una gestión y manejo empresarial, de la mano con la gestión estatal y privado, siendo necesario que la complejidad y la multidimensión de la sustentabilidad sean simplificados en valores claros, objetivos y generales, que identifica a los indicadores, y que su uso permita comprender perfectamente, sin ambigüedades, los puntos críticos de la sustentabilidad del agroecosistema andino.

A fin de complementar la caracterización y sustentabilidad de las unidades productoras con cultivo de tarwi, se hace necesario continuar con la implementación de programas para promover nuevas variedades de tarwi, considerando que la agricultura en el valle del Mantaro, es una actividad de secano mayormente, identificando grupos de ambientes de igual respuesta, que permitan mejor discriminación del potencial genético entre genotipos y ambientes, logrando respuestas con mejor estabilidad entre variedad y ambiente.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Achkar, M. 2005. Indicadores de Sustentabilidad. En: Ordenamiento Ambiental del Territorio. Comisión Sectorial de Educación Permanente. DIRAC, Facultad de Ciencias. Montevideo. 104 p.

Aguilar, L. 2015. Evaluación del rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), bajo condiciones de Otuzco-La Libertad. Tesis: Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima. 79 p.

Altieri, M. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Ed. Nordan-Comunidad. Montevideo. Uruguay.

Altieri, M.; Nicholls, C. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable [en línea]. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México D.F. [consultado 12 setiembre 2017]. Disponible en: <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/altieri-libroagroecologia.pdf?iv=175>

Alva, J.; Chicata, A.; Delfín, Y.; Müller, N.; Rojas, Y. 2013. Planeamiento Estratégico del Tarwi [en línea]. Tesis: Magister en Administración Estratégica de Empresas. Graduate Business School. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. [Consultado 11 mayo 2017]. Disponible en: [http://quinua.pe/wp-content/uploads/2016/09/2\\_tarwi\\_de\\_peru.pdf](http://quinua.pe/wp-content/uploads/2016/09/2_tarwi_de_peru.pdf)

Alvarado, S. 2014. Aportes metodológicos en la estimación de tamaños de muestra en estudios poblacionales de prevalencia [en línea]. Tesis doctoral. Dpto. de Pediatría, Obstetricia y Ginecología, Medicina Preventiva y Salud Pública. Fac. de Medicina. Universidad Autónoma de Barcelona. [consultado 19 julio 2017]. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/283363/sao1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ayestas, E.; Orozco, L.; Astorga, C. Munguía, R.; Vega, C. 2013. Caracterización de árboles promisorios de cacao en fincas orgánicas de Waslala, Nicaragua. *Agroforestería de las Américas*, N° 49, 18-25.

Badii, M.H.; Castillo, J.; Landeros, J.; Cortez, K. 2007. Papel de la estadística en la investigación científica [en línea]. *Innovaciones de Negocios* 4(1): 107-145. [Consultado 19 julio 2017]. Disponible en: [http://www.web.facpya.uanl.mx/rev\\_in/Revistas/4.1/A5.pdf](http://www.web.facpya.uanl.mx/rev_in/Revistas/4.1/A5.pdf).

Benítez-García, E.; Jaramillo-Villanueva, J.L.; Escobedo-Garrido, S.; Mora-Flores, S. 2015. Caracterización de la producción y del comercio de café en el Municipio de Cuetzalan, Puebla. *AS y D.*, 12 (2), 181-198.

Berdegúe, J.A; Sotomayor, O.; Zilleruelo. 1990. Metodología de tipificación y clasificación de sistemas de producción campesinos de la provincia de Ñubie, Chile [en línea]. En: *Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola*. Rimisp-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Santiago de Chile. [Consultado 7 setiembre 2017]. Disponible en: <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/3969/49675.pdf?sequence=1>

Bertoia, L. 2012. Análisis de la interacción Genotipo-Ambiente de la aptitud forrajera en maíz (*Zea mays* L.) [en línea]. Tesis Doctoral en Ciencias Agrarias. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Univ. Nac. de La Plata. [consultado 11 mayo 2017]. Disponible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18154/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18154/Documento_completo.pdf?sequence=1)

Bolaños, O. 1999. Caracterización y tipificación de organizaciones de productores y productoras. Unidad de planificación estratégica [en línea]. Ministerio de agricultura y ganadería. XI Congreso Nacional Agronómico/I Congreso Nacional de Extensión. Costa Rica. [consultado 7 setiembre 2017]. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico\\_xi/a50-6907-i\\_031.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-i_031.pdf)

Bolivar, H. 2011. Metodologías e Indicadores de evaluación de Sistemas Agrícolas hacia el Desarrollo Sostenible [en línea]. Volumen 8. Edición 1. Universidad Central de Venezuela. [Consultado 4 octubre 2017]. Disponible en: <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/cicag/article/viewArticle/726/2342#>



Camarena, F.; Huaranga, A.; Jiménez, J. & Mostacero, E. 2012. Revalorización de un cultivo subutilizado: Chocho o Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Primera Edición. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina-Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC). 219pp.

Carrasco, C.R.; Figueredo, C.R.; Curbelo, R.L; Masaquiza, M.D. 2017. Caracterización de fincas ganaderas para el trabajo de extensión rural en Ecuador. I. Determinación de las principales heterogeneidades. Rev. Prod. Anim., 29 (2), 1-5.

Castañeda, B.; Manrique, R.; Gamarra, F.; Muñoz, A.; Ramos, F.; Lizaraso, F.; Martínez, J. 2008. Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet (chocho o tarwi) [en línea]. Acta Med Per 25(4). [consultado 15 mayo 2017]. Disponible en: [http://biblioteca.universia.net/html\\_bura/ficha/params/title/probiotico-elaborado-base-semillas-lupinus-mutabilis-sweet-chocho-tarwi/id/53274644.html](http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/probiotico-elaborado-base-semillas-lupinus-mutabilis-sweet-chocho-tarwi/id/53274644.html)

Castro, D.C. 2010. “Monte-Guasapampa” sustainability: ecological, social and economic aspects [en línea]. Quebracho Vol.18(1,2). Revista de Ciencias Forestales. [consultado 19 julio 2017]. Disponible en: <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/v18a10.pdf>

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1989. Componentes del rendimiento en arroz; Guía de Estudio. Contenido Científico: International Rice Research Institute. Traducción y adaptación: Oscar Arregocés. Cali, Colombia. Pp. 19.

Ceroni, A. 2003. Distribución de las leguminosas de la parte alta de la cuenca Gallega [en línea]. Morropón. Piura. Ecología Aplicada 2(1). [Consultado 20 octubre 2015]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34120102>

Chávez, B. 2014. Estudio de Pre-Factibilidad de una planta productora de hojuelas de tarwi y quinua para el mercado peruano [en línea]. Tesis: Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad católica del Perú. Lima. [Consultado 5 setiembre 2017]. Disponible en: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6013/CHAVEZ\\_BRYAN\\_PRE\\_FACTIBILIDAD\\_PROCESAMIENTO\\_HOJUELAS\\_TARWI\\_QUINUA\\_ANEXOS.pdf?sequence=4](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6013/CHAVEZ_BRYAN_PRE_FACTIBILIDAD_PROCESAMIENTO_HOJUELAS_TARWI_QUINUA_ANEXOS.pdf?sequence=4)

Chirinos-Arias, M.; Jiménez, J.; Vilca-Machaca, L. 2015. Análisis de la Variabilidad Genética entre treinta accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) usando marcadores moleculares ISSR [en línea]. Scientia Agropecuaria 6 (1): 17-30. [consultado 15 mayo 2017]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v6n1/a02v6n1.pdf>

Chirinos-Arias, M.C. 2015. Andean Lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet) a plant with nutraceutical and medicinal potential [en línea]. Revista Bio Ciencias 3(3): 163-172. [consultado 15 mayo 2017]. Disponible en: <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/06-03/biociencias06-03-3.pdf>

CIMMYT. 1995. Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT [en línea]. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Quinta reimpresión, 1999. [consultado 3 octubre 2017]. Disponible en: <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/764/68309.pdf?sequence=1>

CIRF. 1981. Descriptores de Lupino [en línea]. Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF). División de Producción y Protección Vegetal. Organización para la Agricultura y Alimentación de las Naciones Unidas (FAO). Roma. [consultado 3 octubre 2017]. Disponible en: [https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/Web\\_version/103/ch2.htm](https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/Web_version/103/ch2.htm)

Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMD). 1992. Nuestro futuro común. Alianza Editorial. Madrid. España.

Córdoba-Vargas, C.A.; León-Sicard, T.E. 2013. Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en Anolaima (Cundinamarca-Colombia). Agroecología, 8 (1), 21-32.

Coronel de Renolfi, M.; Cardona, G. 2009. Tipificación de PYMES mediante técnicas de análisis multivariado. El caso de la ciudad de Santiago del Estero, Argentina [en línea]. TEC Empresarial. Vol.3, Ed.1-2. [consultado 17 mayo 2017]. Disponible en: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/661-1787-1-PB.pdf>.

Coronel de Renolfi, M.; Ortuño, S. 2005. Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero, Argentina [en línea]. Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía. Vol. 36, núm. 140. [consultado 17 mayo 2017]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v36n140/v36n140a4.pdf>

Costanza, R. 1994. Three general policies to achieve sustainability [en línea]. En: Jansson, M. *et.al.* (eds.). Investing in natural capital: the ecological economics approach to sustainability, Island Press, Washington, D.C. [consultado 8 setiembre 2017]. Disponible en: <http://www.jayhanson.org/page87.htm>

Costanza, R.; Daly, H. 1992. Natural Capital and Sustainable Development [en línea]. Conservation Biology, 6 (1), 37-46. [consultado 8 setiembre 2015]. Disponible en: [http://www.life.illinois.edu/ib/451/Costanza%20\(1992\).pdf](http://www.life.illinois.edu/ib/451/Costanza%20(1992).pdf)

Criollo, E.H.; Lagos, B.T.; Bacca, I.T.; Muñoz, B.J. 2016. Caracterización de los sistemas productivos de café en Nariño, Colombia. Rev. U.D.C.A. Act. & Div. Cient. 19 (1), 105-113.

Darts, B.C. (s.f.). Agricultura Sustentable, una perspectiva moderna [en línea]. Potash and Phosphate Institute (PPI). Norcross, Georgia. [consultado 12 setiembre 2017]. Disponible en: [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/773450001A0F9C9606256B8100730D1C/\\$file/Agricultura+sustentable.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/773450001A0F9C9606256B8100730D1C/$file/Agricultura+sustentable.pdf)

De la Fuente, S. 2011. Análisis factorial [en línea]. Fac. Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Autónoma de Madrid (UAM). [consultado 15 mayo 2017]. Disponible en: <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/MULTIVARIANTE/FACTORIAL/analisis-factorial.pdf>

Dellepiane, A.; Sánchez, G.; Tamagno, L. 2015. Sustentabilidad del cultivo del monocultivo e intercultivo de *Helianthus annuus* L. (girasol) con *Trifolium pratense*, *Trifolium repens* o *Lotus corniculatus* en La Plata, Argentina. Evaluación mediante indicadores [en línea]. Agricultura Familiar, Agroecología y Territorio. Rev. Fac. Agron. 114 (1): 85-94. [consultado 12 setiembre 2017]. Disponible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/48671/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/48671/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1)

Dellepiane, A.; Sarandón, S. 2008. Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. *Rev. Bras. de Agroecología*. 3(3): 67-78. PDF.

Dixon, J.; A. Gulliver with D. Gibbon. 2001. *Farming Systems and Poverty: Improving Farmers' Livelihoods in a Changing World*. FAO & World Bank, Rome, Italy & Washington, DC, USA.

Duran, D. 2010. Las dimensiones de la sustentabilidad. *Desarrollo Sustentable* [en línea]. ECOPORTAL.NET. [consultado 8 setiembre 2017]. Disponible en: [http://www.ecoport.net/Temas-Especiales/Desarrollo-Sustentable/las\\_dimensiones\\_de\\_la\\_sustentabilidad](http://www.ecoport.net/Temas-Especiales/Desarrollo-Sustentable/las_dimensiones_de_la_sustentabilidad)

Durán, G. (s.f.). Medir la sostenibilidad: Indicadores económicos, ecológicos y sociales [en línea]. Departamento de Estructura Económica y Economía del Desarrollo. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid. [Consultado 8 setiembre 2017]. Disponible en: [http://www.ficad.org/lecturas/adicional\\_uno\\_cuarta\\_unidad\\_gads.pdf](http://www.ficad.org/lecturas/adicional_uno_cuarta_unidad_gads.pdf)

Escobar, E.; Berdegué, J.A. 1990. Conceptos y metodologías para tipificación de sistemas de finca: La experiencia de RIMISP (Red Internacional de Metodologías de Investigación de Sistemas de Producción) [en línea]. En: *Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola*. Rimisp-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Santiago de Chile. [Consultado 7 setiembre 2017]. Disponible en: <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/3969/49675.pdf?sequence=1>

FAO (s.f). Producción orgánica de cultivos andinos [en línea]. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO. Unión de organizaciones campesinas del norte de Cotopaxi. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Quito. Manual Técnico. Editor: Manuel B. Suquilanda Valdivieso. [Consultado 25 agosto 2017]. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/mountain\\_partnership/docs/1\\_produccion\\_organica\\_de\\_cultivos\\_andinos.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf)

FAO. 2016. Simposio Regional del chocho o tarwi (*Lupinus mutabilis*) [en línea]. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO. Quito. [Consultado 25 agosto 2017]. Disponible en: <http://www.fao.org/americas/eventos/ver/es/c/451018/>

Fuentes, L.; Soto, C. 1993. Agricultura sustentable en México [en línea]. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. ERIA, pp. 21-29. [Consultado 14 setiembre 2017]. Disponible en: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/Dialnet-AgriculturaSustentableEnMexico-34781.pdf>

Garay, O.; Ochoa, A. 2010. Primera aproximación para la identificación de los diferentes tipos de suelo agrícola en el valle del río Mantaro. Editado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), Lima.

Gavrilescu, M.; Chisti, Y. 2005. Biotechnology-a sustainable alternative for chemical industry [en línea]. *Biotechnology Advances* 23 (2005) 471-499. [Consultado 19 julio 2017]. Disponible en: <http://tur-www1.massey.ac.nz/~ychisti/Gavrilesc.pdf>

Geerken, T.H.; Scholliers, P.; De Vooght, D.; Spirinckx, C.; Timmermans, V.; Van Holderbeke, M.; Vercauteren, A. 2006 [en línea]. Sustainability developments of product systems, 1800-2000. Scientific Support Plan for a Sustainable Development Policy (SPSD II). The Belgian Science Policy. Bruselas-Bélgica. [consultado 8 setiembre 2017]. Disponible en: [https://www.belspo.be/belspo/organisation/Publ/pub\\_ostc/CPgen/rappCP10\\_en.pdf](https://www.belspo.be/belspo/organisation/Publ/pub_ostc/CPgen/rappCP10_en.pdf)

Gligo, N. 1987. Política, Sustentabilidad Ambiental y Evaluación Patrimonial [en línea]. *Pensamiento Iberoamericano*, 12: 23-39. [consultado 8 setiembre 2017]. Disponible en: [file:///C:/Users/Admin/Downloads/pensamiento-iberoamericano-18%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/pensamiento-iberoamericano-18%20(1).pdf)

González, M.R. 2001. Interacción genotipo x ambiente en guisante proteaginoso (*Pisum sativum* L.) [en línea]. Tesis Doctoral. Departamento de Producción Vegetal y Silvopascicultura. Facultad E.T.S. Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. Valladolid. [Consultado 11 mayo 2017]. Disponible en: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/interaccion-genotipo-x-ambiente-en-guisante-proteaginoso-pisum-sativum-l--0.pdf>

Goodland, R.; Daly, H. 1996. Environmental Sustainability: Universal and Non-Negotiable [en línea]. *Ecological Applications*, 6(4), 1002-1017. Ecological Society of America. [consultado 9 setiembre 2017]. Disponible en: [http://ecologicalaquaculture.org/Goodland&Daley\(1996\).pdf](http://ecologicalaquaculture.org/Goodland&Daley(1996).pdf)

Gross, R.; E. von Baer; F. Koch; R. Marquard; L. Trugo; Wink, M. 1988. Chemical composition of a new variety of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* cv. Inti) with low alkaloid content. J. Food Composition and Analysis. Set 1(4): 353- 361.

Guapi, G.R.; Masquiza, M.D.; Curbelo, R.L. 2017. Caracterización de sistemas productivos lecheros en condiciones de montaña, Parroquia Químiag, Provincia Chimborazo, Ecuador. Rev. Prod. Anim., 29 (2), 14-17.

Hart, R. 1990. Componentes, subsistemas y propiedades del sistema finca como base para un método de clasificación [en línea]. En: Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola. Rimisp-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Santiago de Chile. [Consultado 7 setiembre 2017]. Disponible en: <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/3969/49675.pdf?sequence=1>

Herzog, L. 2011. Sostenibilidad de la Caficultura Árabe en el ámbito de la Agricultura Familiar en el Estado de Espírito Santo-Brasil. Tesis Doctoral. Departamento de Ciencias Sociales y Humanidades. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba. Córdoba, España. 262pp. PDF.

INEI. 2017. Estadísticas poblacional. Notas de prensa [en línea]. [Consultado 25 mayo 2017]. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/el-peru-tiene-una-poblacion-de-31-millones-488-mil-625-habitantes-9196/>

Introducción al Análisis Multivariante y al Cálculo Matricial (s.f). [en línea]. Tema 1. [consultado 19 julio 2017]. Disponible en: <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/AMult/tema1am.pdf>

IPGRI/CIP. 2003. Descriptores del Ulluco (*Ullucus tuberosus*). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Centro Internacional de la Papa. Lima.

Jacobsen, S.E.; Mujica, A. 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres [en línea]. Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. p. 458-482. [Consultado 7 agosto 2017]. Disponible en: <http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2028.pdf>

Jiménez, L. 2002. La sostenibilidad como proceso de equilibrio y adaptación al cambio [en línea]. ICE, Desarrollo Sostenible, 800, 65-84. [consultado 9 setiembre 2017]. Disponible en: [http://www.revistasice.info/cache/pdf/ICE\\_800\\_65-84\\_\\_9104052062A6C18EDC01F0D7CB42BC1E.pdf](http://www.revistasice.info/cache/pdf/ICE_800_65-84__9104052062A6C18EDC01F0D7CB42BC1E.pdf)

Kellogg. 2011. Agricultura Sustentable [en línea]. Kellogg's Company. Informe de Responsabilidad Corporativa. [consultado 12 setiembre 2017]. Disponible en: [http://www.agrobio.org.co/bfiles/fckimg/Kellogs\\_Agricultura\\_Sustentable.pdf](http://www.agrobio.org.co/bfiles/fckimg/Kellogs_Agricultura_Sustentable.pdf)

Lezama, P. 2010. Las Especies de *Lupinus L.* (Fabaceae) y de sus simbiontes en el distrito de Corongo-Ancash [en línea]. Tesis Doctoral en Ciencias Biológicas. Unidad de PostGrado. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. [Consultado 15 mayo 2017]. Disponible en: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1386/1/Lezama\\_ap.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1386/1/Lezama_ap.pdf).

Lores, A; Leyva, A.; Varela, M. 2008. Los Dominios de Recomendaciones: Establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas [en línea]. 29 (3), 5-10. [consultado 7 setiembre 2017]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193221653001.pdf>

Lozano, AJ; Zamora, VM; Ibarra, L.; Rodríguez, SA; De la Cruz, E.; De la Rosa, M. 2009. Análisis de la interacción genotipo-ambiente mediante el modelo AMMI y potencial de producción de triticales forrajeros (*X Triticosecale* Wittm.) [en línea]. Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo. 25(31): 81-92. [consultado 14 setiembre 2017]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v25n1/v25n1a6.pdf>

Machado, V.M.; Nicholls, C.; Márquez, S.; Turbay, S. 2015. Caracterización de nueve agroecosistemas de café de la cuenca del río Porce, Colombia, con un enfoque agroecológico. IDESIA (Chile), 33 (1), 69-83.

Márquez, F.; Julca, A. 2015. Indicadores para evaluar la Sustentabilidad en Fincas cafetaleras en Quillabamba, Cusco, Perú [en línea]. Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL. 2 (1), 128-137. [consultado 12 setiembre 2017]. Disponible en: [file:///C:/Users/Admin/Downloads/45-138-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/45-138-1-PB%20(2).pdf)

Márquez, F.; Julca, A.; Canto, M.; Soplín, H.; Vargas, S.; Huerta, P. 2016. Sustentabilidad Ambiental en Fincas cafetaleras después de un proceso de certificación orgánica en la Convención (Cusco, Perú). *Ecología Aplicada*, 15(2), pp. 125-132.

Martínez-Reina, A.M. 2013. Caracterización socioeconómica de los sistemas de producción de la región de La Mojana en el Caribe de Colombia. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.*, 14 (2), 165-185.

Merma, I.; Julca, A. 2012. Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas en Alto Urubamba, Cusco, Perú. *Ecología Aplicada*, 11(1), pp. 1-11.

Meza, Y.; Julca, A. 2015. Sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la subcuenca de Santa Teresa, Cusco. *Ecología Aplicada*, 14(1), pp. 55-63.

Miano A.C.; García J.A.; Duarte Augusto P.E. 2015. Correlation between morphology, hydration kinetics and mathematical models on Andean lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet) [en línea]. *LWT-Food Science and Technology* 2015; 61(2): 290-298. [Consultado 7 agosto 2017]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/271601917\\_Correlation\\_between\\_morphology\\_hydration\\_kinetics\\_and\\_mathematical\\_models\\_on\\_Andean\\_lupin\\_Lupinus\\_mutabilis\\_Sweet\\_grains](https://www.researchgate.net/publication/271601917_Correlation_between_morphology_hydration_kinetics_and_mathematical_models_on_Andean_lupin_Lupinus_mutabilis_Sweet_grains)

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2014. Estadística Agraria Mensual [en línea]. MINAGRI-Lima. [consultado 15 agosto 2017]. Disponible en: <http://minagri.gob.pe/portal/>

Miranda, D.; Carranza, C. 2013. Caracterización, Clasificación y Tipificación de los Sistemas Productivos de Caducifolios con énfasis en duraznero, manzano, ciruelo y peral [en línea]. Los frutales caducifolios en Colombia. Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo. Cap. VI. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. Primera Edición. Bogotá. [consultado 20 setiembre 2017]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Gerhard\\_Fischer/publication/259339482\\_Los\\_frutales\\_caducifolios\\_en\\_Colombia\\_Situacion\\_actual\\_caracterizacion\\_de\\_sistemas\\_de\\_produccion\\_y\\_plan\\_de\\_desarrollo/links](https://www.researchgate.net/profile/Gerhard_Fischer/publication/259339482_Los_frutales_caducifolios_en_Colombia_Situacion_actual_caracterizacion_de_sistemas_de_produccion_y_plan_de_desarrollo/links)



/00b7d52b194cb4eb31000000/Los-frutales-caducifolios-en-Colombia-Situacion-actual-caracterizacion-de-sistemas-de-produccion-y-plan-de-desarrollo.pdf

Mohme, G. 2014. Producción de tarwi en la Libertad crecerá en 100% en la campaña 2014-2015 [en línea]. From Gtupo La República Digital. [Consultado 7 agosto 2017]. Disponible en: <http://larepublica.pe/23-05-2014/produccion-de-tarwi-en-la-libertad-crecera-en-100-en-campana-2014-2015>.

Mora, J.; Ibrahim, M. (s.f.). Planificación de fincas ganaderas ecoamigables [en línea]. Universidad de Tolima (Colombia). Grupo Ganadería y Manejo del Medio Ambiente (GAMMA), CATIE. [Consultado 20 octubre 2015]. Disponible en: [jrmora@ut.edu.com](mailto:jrmora@ut.edu.com)

Morillo-Velarde, R. 2008. Agrupamiento de Ensayo. Análisis Combinado [en línea]. Edita: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Estadística. Sevilla. [consultado 14 setiembre 2017]. Disponible en: [http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337161059Agrupamiento\\_de\\_ensayos.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337161059Agrupamiento_de_ensayos.pdf)

Olivares, B. 2014. Aplicación del Análisis de Componentes Principales (ACP) en el diagnóstico socioambiental. Caso: sector Campo Alegre, municipio Simón Rodríguez de Anzoátegui. Multiciencias, 14 (4), 364-374.

Olivares, B. 2016. Descripción del manejo de suelos en sistemas de producción agrícola del sector Hamaca de Anzoátegui, Venezuela. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida, 23 (1), 14-24.

Onaindia, M. 2007. Sostenibilidad ecológica [en línea]. Forum de sostenibilidad. Cátedra UNESCO: Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental. Universidad del País Vasco/Euskal Erriko Unibertsitatea. Campus de Lioa. 1:39-49. [consultado 12 setiembre 2017]. Disponible en: <http://www.ucipfg.com/Repositorio/MLGA/MLGA-02/Unidad-3/lecturas/9.pdf>

Ortíz-Ávila, T. 2008. Caracterización de sistemas de manejo de recursos naturales. Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Cap. 4.

SEAE/CIGA/ECOSUR/CIEco/UNAM/GIRA/Mundiprensa/Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable. PDF.

Osorio, G. 2008. Agricultura Sustentable. Una alternativa de alto rendimiento [en línea]. Ciencia UANL, Vol. XI, núm. 001, pp. 77-81. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. [consultado 12 setiembre 2017]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/402/40211113.pdf>

Pabón, M.; Herrera-Roa, L.; Sepúlveda, W. 2016. Caracterización socio-económica y productiva del cultivo de cacao en el departamento de Santander (Colombia). Revista Mexicana de Agronegocios. Séptima Época. Año XX. Volumen 38, pp. 283-294.

Páez, L.; Linares, T.; Sayago, W.; Pacheco, R. 2003. Caracterización estructural y funcional de fincas ganaderas de doble propósito en el municipio Páez del Estado Apure, Venezuela [en línea]. Zootecnia Tropical, 21(3), 301-320. [Consultado abril 27 2017]. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692003000300006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692003000300006&lng=es&tlng=es).

Paz, R.; Álvarez, R.; Castaño, L. 2000. Parámetros técnico-productivos y tipologías en los sistemas caprinos tradicionales en áreas de secano [en línea]. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 8(2): 59-68. [consultado 14 setiembre 2017]. Disponible en: <http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2008-2/AL%20082-59.pdf>

Paz, R.; Togo, J.; Usandivaras, P.; Castel, JM.; Mena, Y. 2005. Análisis de la diversidad en los sistemas lecheros caprinos y evaluación de los parámetros productivos en la principal cuenca lechera de Argentina [en línea]. Livestock Research for Rural Development. Vol. 17, Art. #8. Retrieved September 20, 2017, from <http://www.lrrd.org/lrrd17/1/paz17008.htm>

Pérez de Castro, A.; Nuez, F. 2008. El análisis genético de caracteres que presentan alta influencia ambiental. La adaptación al ambiente y los estreses abióticos en la mejora vegetal [en línea]. Junta de Andalucía. Sevilla. Cap.2. pp. 15-53. [consultado 29 de agosto 2017]. Disponible en: [http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/la%20adaptaci%C3%B3n\\_baja.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/la%20adaptaci%C3%B3n_baja.pdf).

Pi Baldo, A. 2012. Metodología para caracterizar participativamente fincas y comunidades en proceso de transición agroecológica [en línea]. ECO portal NET. [Consultado 27 abril 2017]. Disponible en: [http://www.ecoportald.net/Temas Especiales/ Desarrollo-Sustentable/Metodologia\\_para\\_caracterizar\\_participativamente\\_fincas\\_y\\_comunidades\\_en\\_proceso\\_de\\_transicion\\_agroecologica](http://www.ecoportald.net/Temas_Especiales/Desarrollo-Sustentable/Metodologia_para_caracterizar_participativamente_fincas_y_comunidades_en_proceso_de_transicion_agroecologica).

Pierri, N. 2005. Historia del concepto de desarrollo sustentable [en línea]. En: ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable. Coordinadores, Guillermo Foladori y Naína Pierri. México, pp. 27-81. [consultado 9 setiembre 2017]. Disponible en: <https://diversidadlocal.files.wordpress.com/2012/09/desacuerdos-sobre-el-desarrollo-sustentable.pdf>

Portillo, A.; Arango, D.; Olaya, J. 2015. Análisis multivariado para la caracterización de zonas agroecológicas según factores edafoclimáticos en las fincas productoras de banano de la región del Urabá Antioqueño en Colombia. XXV Simposio Internacional de Estadística 2015. Armenia, Colombia.

Reyes-Sánchez, L.B. 2006. Teaching Soil Science in the Context of Sustainable Development [en línea]. Terra Latinoamericana, 24 (3), 431-439. Sociedad de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. [consultado 7 setiembre 2017]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/573/57311103016.pdf>

Reynolds, M.L. 2013. Percepciones y preferencias del consumidor de palmito fresco. Caso: unión de asociaciones de productores de plantines y palmito. Perspectivas; Año 16 (32), 61-104.

Rodríguez, C. 2002. Diseño de indicadores de Sustentabilidad por Cuencas Hidrográficas [en línea]. Dirección de Manejo integral de Cuencas Hídricas. Instituto Nacional de Ecología. [consultado 8 setiembre 2017]. Disponible en: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/ind\\_sust.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/ind_sust.pdf)

Romagosa, I.; Voltas, J.; Malosetti, M.; Van Eeuwijk, F. 2008. Interacción genotipo por medio ambiente. La adaptación al ambiente y los estreses abióticos en la mejora vegetal [en línea]. Junta de Andalucía. Sevilla. Cap.5. pp. 11-123. [consultado 29 de agosto 2017].

Disponible en: [http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/la%20adaptaci%C3%B3n\\_baja.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/la%20adaptaci%C3%B3n_baja.pdf).

Ruiz, M. 2009. Las Zonas de Agrobiodiversidad y el Registro de Cultivos Nativos. Aprendiendo de Nosotros Mismos [en línea]. Biodiversity International. Roma. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. Lima. [Consultado 30 julio 2017]. Disponible en: [http://www.biopirateria.org/download/documentos/libros/2009/20090515173402\\_.pdf](http://www.biopirateria.org/download/documentos/libros/2009/20090515173402_.pdf).

Salas, E.; Juárez, H.; Giraldo, D.; Amorós, W.; Simon, R.; Bonierbale, M. 2009. Modelos de análisis de estabilidad y definición de ambientes basados en GIS. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima. 63pp. Disponible: <https://research.cip.cgiar.org/confluence/download/attachments/14942278/Guia+AMMI-GIS.pdf>

Salgado, R. 2015. Sustainable agricultura and possibilities in relation to urban consumers [en línea]. Estudios Sociales 45. Vol. XXIII, núm. 45, pp. 114-140. [Consultado 14 setiembre 2017]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v23n45/v23n45a5.pdf>

Santistevan, M. 2016. Sustentabilidad del cultivo de limón (*Citrus aurantifolia* (Christm) S.) en la Provincia de Santa Elena, Ecuador. Tesis PhD en Agr. Sustentable. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. UNALM. 73 pp.

Santistevan, M.; Julca, A.; Borjas, R.; Tuesta, O. 2014. Caracterización de fincas cafetaleras en la localidad de Jipijapa (Manabí, Ecuador). *Ecología Aplicada*, 13(2), pp. 187-192.

Santistevan, M.; Julca, A.; Helfgott, S. 2015. Caracterización de las fincas productoras del cultivo de limón en las localidades de Manglaralto y Colonche (Santa Elena, Ecuador) [en línea]. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, Vol.III, N,1, pp. 133-142. [consultado 11 setiembre 2017]. Disponible en: <http://incyt.upse.edu.ec/revistas/index.php/rctu/article/view/81/91>

Sarandón, S. 2002. El desarrollo y usos de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas [en línea]. En: *Agroecología, el camino hacia una agricultura sustentable*. Ed. Científicas Americanas. Capítulo 20, pp. 393-414. [consultado 20 octubre 2015].

Disponible en: [file:///C:/Users/Admin/Downloads/63192332.Desarrollo %20y%20uso%20de%20indicadores-Sarandon%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/63192332.Desarrollo%20y%20uso%20de%20indicadores-Sarandon%20(2).pdf)

Sarandón, S.; Flores, C. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica [en línea]. Agroecología 4: 19-28. [consultado 12 setiembre 2017]. Disponible en: [file:///C:/Users/Admin/Downloads/Evaluacion%20de%20la%20sustentabilidad%20en%20agroecosistemas%20%20Una%20propuesta%20metodologica%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/Evaluacion%20de%20la%20sustentabilidad%20en%20agroecosistemas%20%20Una%20propuesta%20metodologica%20(1).pdf)

Sarandón, S.; Zuluaga, M.S.; Cieza, R.; Gómez, C.; Janjetic, L.; Negrete, E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores [en línea]. Revista Agroecología 1: 19-28 pp. [consultado 20 octubre 2015]. Disponible en: [file:///C:/Users/Admin/Downloads/14-36-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/14-36-1-PB%20(2).pdf)

Sbabou, L.; Brhada, F.; Alami, I.; Maltouf, A., 2010. Genetic Diversity of Moroccan Lupinus Germplasm. Investigated using ISSR and AFLP Markers [en línea]. International journal of Agricultural & Biology 12: 26-32. [Consultado 20 octubre 2015]. Disponible en: [http://www.researchgate.net/profile/Laila\\_Sbabou/publication/228643389\\_Genetic\\_Diversity\\_of\\_Moroccan\\_Lupinus\\_Germplasm\\_Investigated\\_using\\_ISSR\\_and\\_AFLP\\_Markers/links/0deec51ea664f930a7000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Laila_Sbabou/publication/228643389_Genetic_Diversity_of_Moroccan_Lupinus_Germplasm_Investigated_using_ISSR_and_AFLP_Markers/links/0deec51ea664f930a7000000.pdf).

Silva, Y.; Trasmonte, G.; Giráldez, L. 2010. Variabilidad de las precipitaciones en el valle del Mantaro. Memoria Instituto Geofísico del Perú (IGP). IGP, Lima. 54-58pp. Disponible en: <http://www.met.igp.gob.pe/publicaciones/2010/Libro%20Completo.pdf>

Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA). 2015. SIEA, Estadística Mensual [en línea]. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). Lima. [Consultado 5 setiembre 2017]. Disponible en: [http://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/handle/MINAGRI/428/estadistica\\_agraria\\_siea\\_ene2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/handle/MINAGRI/428/estadistica_agraria_siea_ene2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Suca, G.R.; Suca, C.A. 2015. Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial [en línea]. Rev. Per. Quím. Ing. Quím. 18 (2), 55-71. [consultado 15 agosto 2017]. Disponible en: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/11791-41112-1-PB.pdf>

Sulca J., Silva Y., Takahashi K.; Mosquera K. 2010. Circulación atmosférica asociada a veranillos en el valle del Mantaro. Memoria Instituto Geofísico del Perú (IGP). Editado por el IGP, Lima. 32-38pp.

Sustainable Measures (s.f.). Indicators of Sustainability [en línea]. Sustainability Indicators 101. Recommendations. [consultado 8 setiembre 2017]. Disponible en: <http://www.sustainablemeasures.com/indicators>

Tapia, C.; Morillo, E.; Peralta, E.; Caicedo, C. (s.f.). Caracterización morfológica de la diversidad genética de la colección de *Lupinus* spp. del Banco de Germoplasma del INIAP [en línea]. Estación Experimental Santa Catalina (INIAP-Ecuador). [consultado 11 mayo 2017]. Disponible en: [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion\\_Morfologica\\_diversidad\\_genetica\\_chocho.pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion_Morfologica_diversidad_genetica_chocho.pdf).

Tapia, M.; Fries, A. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos [en línea]. FAO y ANPE. Lima. [consultado 6 setiembre 2016]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s.pdf>

Tapia, M.E. 2000. Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la alimentación [en línea]. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Segunda Edición. Santiago de Chile. [consultado 6 setiembre 2017]. Disponible en: [https://issuu.com/b.mendozaelizabeth/docs/cultivos\\_andinos\\_subexplotados\\_y\\_s1](https://issuu.com/b.mendozaelizabeth/docs/cultivos_andinos_subexplotados_y_s1)

Tapia, M.E. 2015. El tarwi, Lupino andino. Tarwi, Tauri o Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Fondo Italo Peruano (FIP). Huaylas, Apurímac.

Torres, P.; Rodríguez, L.; Sánchez, O. 2004. Evaluación de la sustentabilidad del desarrollo regional. El Marco de la agricultura. Región y Sociedad, Vol. XVI, No. 29. PDF.

Tovar-Paredes, J.L.; Narváez-Solarte, W.; Agudelo-Giraldo, L. 2015. Tipificación de la gallina en los agroecosistemas campesinos de producción en la zona de influencia de la selva de Florencia (Caldas). Revista Luna Azul, 41, 57-72.

Trasmonte, G.; Silva, Y.; Segura, B.; Latínez, K. 2010. Variabilidad de las temperaturas máximas y mínimas en el valle del Mantaro. Memoria Instituto Geofísico del Perú (IGP). Editado por el IGP, Lima. 39-53pp.

Tuesta, H.O.; Julca, O.A.; Borjas, V.R.; Rodríguez, Q.P.; Santisteban, M.M. 2014. Tipología de fincas cacaoteras en la subcuenca media del río Huayabamba, Distrito de Huicungo (San Martín, Perú). *Ecología Aplicada*, 13 (2), 71-78.

UANL. 2013. El concepto “desarrollo sustentable”. *Desarrollo Sustentable* [en línea]. Sustentable. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). [consultado 8 setiembre 2017]. Disponible en: <http://sds.uanl.mx/el-concepto-desarrollo-sustentable/>

UNESCO. 2012. *Education for Sustainable Development Sourcebook* [en línea]. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). [consultado 9 setiembre 2017]. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002167/216756s.pdf>

Valerio, D.; García, A.; Acero, R.; Castaldo, A.; Perea, J.M.; Martos, J. 2004. Metodología para la caracterización de sistemas ganaderos [en línea]. *Producción animal y gestión*. Documentos de trabajo. Dpto. Producción Animal. Universidad de Córdoba. DT 1, Vol. 1. [consultado 15 agosto 2017]. Disponible en: [http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/14\\_19\\_10\\_sistemas2.pdf](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/14_19_10_sistemas2.pdf)

Van Cauwenbergh, N.; Biala, K.; Biolders, C.; Brouckaert, V.; Franchois, L.; García Ciudad, V. 2007. SAFE-a hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems [en línea]. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 120: 229-242. [consultado 10 junio 2015]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/01678809/120?sdc=1>

Vargas-Jarquín, E.; Sánchez-Benavides, G.G. 2015. Caracterización de tres organizaciones de producción agrícola de la subregión Caraigres: Parte 1. Análisis descriptivo de las agrocadenas. *Tecnología en Marcha*, 28 (1), 24-36.

Vérant, S. 2014. Diagnóstico agrario de una pequeña región agropecuaria en el municipio del Castillo en Nicaragua [en línea]. *Institut Des Sciences Et Industries Du Vivant Et De*

Environment, Paris Institute of Technology for Life, Food and Environment Sciences (AgroParisTech). [consultado 7 de setiembre 2017]. Disponible en: [http://www.agter.org/bdf/\\_docs/verant-suzelle\\_2014\\_diagnostic-agraire.pdf](http://www.agter.org/bdf/_docs/verant-suzelle_2014_diagnostic-agraire.pdf)

Vilchis, M. 2014. Coeficiente de variación [en línea]. Sistema de Universidad Virtual. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [Consultado 7/10/2017]. Disponible en: <http://www.uaeh.edu.mx/virtual>.

Williams, H.; Pecina, V.; Zavala, F.; Montes, N.; Gámez, J.; Arcos, G.; García, M.; Montes, S.; Alcalá, L. 2010. Modelo de Finlay y Wilkinson vs. El Modelo AMMI para analizar la interacción genotipo-ambiente en sorgo [en línea]. Artículo Científico. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 33 (2): 117-123. [consultado 14 setiembre 2017]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v33n2/v33n2a4.pdf>

Zubieta, R. 2010. Procesamiento digital de imágenes de satélite y elaboración del mapa de uso de la tierra del valle del Mantaro. Memoria Instituto Geofísico del Perú (IGP). Editado por el IGP, Lima. 13-17pp.



## VIII. ANEXO

### ANEXO 1. Fórmula de Muestreo Irrestricto Aleatorio (M.I.A.)

$$n = \frac{N \cdot S^2}{(N-1) \frac{B^2}{4} + S^2}$$

N = tamaño de la población (490)

S<sup>2</sup> = varianza muestral (0.18198): tomado de una experiencia de rendimiento de tarwi

B = límite de error de estimación (0.07): tomado como la pérdida del rendimiento de tarwi y asumida en 55 kg ha<sup>-1</sup>

n = 114.17 = 114

**Tabla 1.** Encuesta para caracterizar el cultivo de tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.  
**CARACTERIZACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTORA CON TARWI**

<b>DATOS GENERALES</b>		
Nombre del responsable de la encuesta:		
Nombre y Apellido del agricultor/a:		
Distrito:	Provincia:	Región:
<b>ASPECTO SOCIO – ECONÓMICO DEL AGRICULTOR</b>		
1. Sexo del responsable de la parcela    Hombre ( <input type="checkbox"/> )    Mujer ( <input type="checkbox"/> )		
2. Edad		
3. Nivel de instrucción del responsable de la parcela	Ninguno	0
	Inicial	1
	Primaria	2
	Secundaria	3
	Técnico	4
	Universitario	5
Maestría	6	
4. Números de hijos menores de 18 años		
5. Números de personas que aportan con los gastos de la casa		
6. Poseen con posta médica en la localidad    Si ( <input type="checkbox"/> )    No ( <input type="checkbox"/> )		
7. En su casa usted tiene:    Agua potable ( <input type="checkbox"/> )    Luz ( <input type="checkbox"/> )    Desagüe ( <input type="checkbox"/> )    teléfono ( <input type="checkbox"/> )		
8. Vivienda	Casa de material noble	
	Casa adobe-tapia	
	Casa mixta	
	No posee	
9. Cuanto es el ingreso mensual del agricultor en Soles    S/.		
10. Cría Animales: si ( <input type="checkbox"/> )    no ( <input type="checkbox"/> )		
11. Tipo de animales	Bovinos	
	Ovejas	
	Cerdo	
	Aves	
	Otros	

12. Medio de comunicación e información que suele utilizar	Televisor Radio Teléfono Celular Periódico Folletos Internet	
13. Cuenta con transporte público en la zona Si ( ) No ( )		
Si contesta si... cual es la frecuencia: Diario ( ) Interdiario ( ) Semanal ( )		
14. Participa o pertenece en organización de:	Productores	
	Deportiva	
	Religiosa	
	Del Estado	
15. Actividad a la que se dedica la familia	Agricultura	
	Ganadería	
	Comercialización	
	Artesanía	
	Turismo	
	Otros	
16. Ha recibido capacitación Si ( ) No ( )		
17. De quien recibe capacitación	MINAG-AA	
	ONG'S	
	Asociación de productores	
	INIA	
	Otros	
<b>ASPECTO SOCIO – ECONÓMICO DE LA FINCA</b>		
18. Tiene título de propiedad Si ( ) No ( )		
19. Extensión de terreno de cultivo que posee (hectáreas, yugadas, m <sup>2</sup> )		
20. Cultiva tarwi Si ( ) No ( )		
21. Que variedad posee: Mejorada ( ) Ecotipo avanzado ( ) otra ( )		
22. Área total cultivadas de tarwi		
23. Utiliza al tarwi como protección de daño para otros cultivos Si ( ) No ( )		
24. Cuantos tipos de cultivo posee en la finca		
25. Cuanto es el área cultivada de los otros cultivos		
26. Cuanto tipos de cultivo saca a la venta		
27. Rendimiento total del cultivo de tarwi (kg.ha <sup>-1</sup> )		
28. Precio de venta por kg de tarwi (S/.)		
29. Costo por hectárea para producir tarwi		
30. Como vende el producto: Seco ( ) Desamargado ( ) Sucedáneo ( )		
31. Donde vende el producto	Finca	
	Intermediarios	
	Asociación de productores	
	Mercado distrital	
	Mercado provincial	
	Mercado Lima	
32. Precio del producto en la última cosecha (S/. kg)		
33. Cuantas personas trabajan en la finca (incluido usted)		
34. Rendimiento total de los cultivos diferente al tarwi (si posee)	t/ha	
	Sacos	
	Otros	
35. Qué tipo de agricultura realiza: Convencional ( ) Orgánica ( )		
36. Utiliza jornalero (peones) Si ( ) No ( )		
37. Número de jornal (peones) que trabajan en el predio incluido Ud.		
38. Costo del jornal en S/.		
39. Tenencia de la tierra	Alquila	
	Propia	
	Al partir	

<b>FACTORES AMBIENTALES DEL PREDIO</b>		
40. Cuenta con agua de riego permanente durante todo el año	Si ( )	No ( )
41. Cuál es la fuente de abastecimiento del agua	Lluvia	
	Pozo	
	Rio	
	Canal de riego	
42. Utiliza Abono químico para la fertilización	Si ( )	No ( )
43. Controla solo con productos químicos	Si ( )	No ( )
44. Del total de su producción cuanto del cultivo necesita productos químicos		
45. Mantiene siempre la finca cubierta con malezas	Si ( )	No ( )
46. Realiza quema de rastrojo de maleza	Si ( )	No ( )
47. Realiza aplicación de materia orgánica	Si ( )	No ( )
48. Realiza rotación de cultivo	Si ( )	No ( )
49. Cada qué tiempo rota los cultivos:		
50. Usa repelente o extracto elaborado por usted:		
51. Realiza control biológico	Si ( )	No ( )
52. Si la respuesta es SI, mencione con que:		
53. Cuál es el problema de mayor importancia para Ud. Durante la campaña agrícola del cultivo de tarwi	Plaga	
	Enfermedades	
	Maleza	
	Insuficiencia de abono	
	Sequias	
	Otros	
54.- Posee pendiente en su finca (chacra)	Si ( )	No ( )
55. Como se siente con la producción de su finca	Muy feliz	
	Feliz	
	No se siente del todo satisfecho	
	Poco satisfecho	
	Se siente desilusionado	

**ANEXO 2.** Encuesta para evaluar la sustentabilidad de las unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

### SUSTENTABILIDAD DE LA UNIDAD PRODUCTORA CON TARWI

<b>2.1 Indicadores: DIMENSIÓN ECONÓMICA (IK)</b>		
A: Autosuficiencia alimentaria.		
A1: Diversificación de la producción (producto: cultivos)	Más de 6 productos	4
	4 a 5 productos	3
	3 productos	2
	2 productos	1
	Menos de 1 producto	0
A2: Superficie de producción de autoconsumo.	Más de 2.5 ha	4
	2 a 2.5 ha	3
	1.5- 2 ha	2
	1-1.5 ha	1
	Menos de 1 ha	0
A3: Rendimiento promedio de grano (tarwi)	> 2.5 t.ha <sup>-1</sup>	4
	2 – 2.5 t.ha <sup>-1</sup>	3
	1.5 – 2 t.ha <sup>-1</sup>	2
	1 – 1.5 t.ha <sup>-1</sup>	1
	< 1 t.ha <sup>-1</sup>	0
A4: Incidencia de plagas y enfermedades	Menos de 5 %	4
	6-10 %	3
	11-15 %	2
	16-20 %	1
	Mayor de 20 %	0
B: Ingreso neto mensual por grupo	Más de 1000 nuevos soles	4
	900 a 1000 nuevos soles	3
	800 a 900 nuevos soles	2
	700 a 800 nuevos soles	1
	Menos de 700 nuevos soles	0
C: Riesgo Económico		
C1: Diversificación para la venta (producto: si comercializa)	Más de 6 productos	4
	5 a 4 productos	3
	3 productos	2
	2 productos	1
	1 producto	0
C2: Número de vías de comercialización (canal)	5 o más canales	4
	4 canales	3
	3 canales	2
	2 canales	1
	1 canal	0
C3: Dependencia de insumos externos (%)	0 a 20% de insumos externos	4
	20 a 40 % de insumos externos	3
	40 a 60% de insumos externos	2
	60 a 80% de insumos externos	1
	80 a 100 % de insumos externos	0
<b>2.2 Indicadores: DIMENSIÓN ECOLÓGICA (IE)</b>		
A: Conservación de la vida de suelo		
A1: Manejo de la cobertura vegetal	100 % de cobertura	4
	99 a 75 % de cobertura	3
	75 a 50 % de cobertura	2
	50 a 25 % de cobertura	1
	Menos de 25 % de cobertura	0
A2: Manejo de residuos del cultivo	Barbecho, incorporación de los residuos del cultivo	4
	Pastoreo de ganado insitu, para aprovechar los residuos del cultivo	3

	Remueve los residuos de cultivo para forraje	2
	Remueve los residuos de cultivo para combustible	1
	Realiza la quema de los residuos de cultivo	0
<b>B: Riesgo de erosión</b>		
B1: Pendiente predominante	De 0 a 5 %	4
	De 5 a 15 %	3
	De 15 a 30 %	2
	De 30 al 45 %	1
	Mayor a 45 %	0
B2: Orientación de los surcos	Curvas de nivel o terrazas	4
	Surcos perpendiculares a la pendiente	3
	Surcos orientados 60° con respecto a la pendiente	2
	Surcos orientados 30° con respecto a la pendiente	1
	Surcos paralelos a la pendiente	0
<b>C: Manejo de la Biodiversidad</b>		
C1: Biodiversidad temporal	Rota cada campaña por una leguminosa	4
	Rota cada campaña	3
	Rota cada 2 o 3 campañas	2
	Realiza rotaciones eventualmente	1
	No realiza rotaciones	0
C2: Biodiversidad espacial	Totalmente diversificado, con asociaciones entre ellos y vegetación natural.	4
	Alta diversificación, nivel de asociación media	3
	Diversificación media, muy bajo nivel de asociación	2
	Poca diversificación de cultivos, sin asociaciones	1
	Monocultivo	0
<b>2.3 Indicador: DIMENSIÓN SOCIO-CULTURAL (ISC)</b>		
<b>A: Satisfacción de las necesidades básicas</b>		
A1: Vivienda	De material terminada. Muy buena	4
	De material terminada. Buena	3
	Regular. Sin terminar o deteriorada	2
	Mala. Sin terminar, deteriorada, piso de tierra	1
	Muy mala	0
A2: Acceso a la educación.	Acceso a educación superior y/o cursos de capacitación	4
	Acceso a escuela secundaria	3
	Acceso a la escuela primaria y secundaria con restricciones	2
	Acceso a la escuela primaria	1
	Sin acceso a la educación	0
A3: Acceso a salud y cobertura sanitaria	Centro de salud con médicos permanentes e infraestructura adecuada	4
	Centro de salud con personal temporario medianamente equipado	3
	Centro de salud mal equipado y personal temporario	2
	Centro de salud mal equipado y sin personal idóneo	1
	Sin centro sanitario	0
A4: Servicios	Instalación completa de agua, luz y teléfono cercano	4
	Instalación de agua y luz	3
	Instalación de luz y agua de riego no tratada para consumo	2
	Sin instalación de luz y agua de pozo cercano	1
	Sin luz y sin fuente de agua cercana	0
B: Aceptabilidad del sistema de producción.	Está muy contento, no volvería al anterior sistema de cultivo.	4
	Está contento, pero piensa que con el anterior sistema le iba igual o mejor.	3
	No está del todo satisfecho. Se queda Porque es lo único que sabe hacer	2
	Poco satisfecho con este nuevo sistema de cultivo	1
	Está desilusionado con este nuevo sistema, no lo usaría más.	0
C: Integración social a sistemas organizativos	Muy alta	4
	Alta	3
	Media	2
	Baja	1
	Nula	0

D: Conocimiento y Conciencia Ecológica	Concibe la ecología con una visión más amplia, más allá de su finca y conoce sus fundamentos.	4
	Tiene un conocimiento de la ecología desde su práctica cotidiana. Sus conocimientos se reducen a la finca con el no uso de agroquímicos más prácticas conservacionistas.	3
	Tiene sólo una visión parcializada de la ecología (solo algunas prácticas dañan al medio).	2
	No presenta un conocimiento ecológico pero usa prácticas de bajos insumos.	1
	Sin ningún tipo de conciencia ecológica. Realiza una práctica agresiva al medio.	0

**ANEXO 3.** Indicadores de caracterización. Coeficientes de variación Aspecto Socio Económico del Agricultor. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

	AMBIENTE		ASPECTO SOCIO-ECONOMICO DEL AGRICULTOR																
	Unidades productoras con tarwi		1: Sexo: Hombre (2) mujer (1)	2: Edad (numérico)	3: Nivel instrucción (ordinal 1-4)	4: Hijos < 18 años (ordinal 1-6)	5: Núm aportantes de gastos en casa (Escala 1-5)	6: Poseen posta médica: si (2) no(1)	7: En sus casa tiene (ordinal 1-2)	8: Vivienda (ordinal 1-4)	9: Ingreso mensual agricultor (escala)	10: Cría animales: si(2) no(1)	11: Tipo animales (ordinal 1-24)	12: Medio comunicación e información que utiliza	13: Cuenta con transporte público en la zona (si(2) no(1))	13a: Diario-Interdiario-Semanal (ordinal 1-3)	14: Participa o pertenece en organización de (ordinal 1-7)	15: Actividad a la que se dedica la familia (ordinal 1-9)	16: Ha recibido capacitación: si (2) no(1)
ACOLLA	1	2	63	4	1	2	2	1	2	1000	2	24	8	2	1	1	4	2	4
	2	2	64	4	1	2	2	1	2	1500	2	13	8	2	1	1	1	2	8
	3	2	72	4	1	1	2	1	2	2000	1	4	8	2	1	2	4	2	8
	4	1	50	2	1	2	2	1	2	1500	2	24	8	2	1	3	4	2	4
	5	2	64	2	1	2	2	1	2	900	2	5	8	2	1	1	4	2	4
	6	1	54	2	1	2	2	1	3	1000	2	13	5	2	1	1	1	2	17
	7	2	64	2	1	2	2	1	2	1500	2	8	5	2	1	3	4	2	8
	8	2	61	2	1	1	2	1	2	1500	2	7	8	2	1	1	4	2	8
	9	2	52	4	3	1	2	1	2	2000	2	5	12	2	1	1	1	2	8
	10	2	69	3	1	2	2	1	2	1200	2	13	5	2	1	1	1	2	8
	11	2	57	4	1	3	2	1	2	1000	2	8	8	2	1	1	4	2	8
	12	2	66	4	1	3	2	1	2	2000	2	5	8	2	1	1	4	2	8
	13	2	58	2	1	2	2	1	3	1000	2	24	8	2	1	1	1	2	4
	14	1	50	4	3	1	2	1	2	1500	2	5	12	2	1	1	1	2	8
	15	2	56	3	1	2	2	1	2	1000	2	1	8	2	1	1	3	2	4
	16	1	58	4	1	2	2	1	2	2000	2	5	8	2	1	4	4	2	8
	17	1	62	4	1	1	2	1	2	1000	2	5	8	2	1	4	4	2	4
	18	2	61	4	1	2	2	1	2	1500	2	24	8	2	1	1	4	2	8
	19	2	62	2	1	2	2	1	4	1500	2	13	5	2	1	1	4	2	8
	20	1	43	2	3	2	2	1	4	1000	2	24	5	2	1	4	4	2	4
	21	1	46	3	2	2	2	1	4	1500	2	13	8	2	1	3	4	2	8
	22	1	53	2	1	2	2	1	2	1000	2	23	5	2	1	3	4	2	8
	23	1	58	2	1	2	2	1	3	1200	2	23	8	2	1	4	4	2	8
	24	1	47	4	2	2	2	1	2	1500	2	24	5	2	1	4	4	2	8
	25	2	60	2	1	2	2	1	3	1000	2	8	8	2	1	1	4	2	4
	26	2	49	4	5	2	2	1	3	400	2	17	8	2	1	2	6	2	5
	27	2	47	4	3	1	2	1	1	500	1	4	8	2	1	2	1	2	4
	28	1	53	2	1	1	2	1	2	600	2	24	8	2	1	4	4	2	4
	29	2	62	2	1	2	2	1	2	1500	2	5	8	2	1	1	4	2	8
	30	2	58	2	1	1	2	1	4	1200	2	24	8	2	1	1	4	2	8
	31	2	56	2	2	2	2	1	4	1500	2	24	8	2	1	1	4	2	8
CRUZ	32	2	38	1	4	2	1	1	3	500	2	18	5	2	3	3	3	2	8
	33	2	41	2	4	3	2	1	3	750	2	18	3	2	3	3	3	2	18
	34	1	31	1	2	4	1	1	3	500	2	18	3	2	3	3	3	2	18

	35	2	34	2	3	2	1	1	3	700	2	3	5	2	3	3	2	8
	36	1	23	4	1	2	2	1	3	800	2	20	14	2	3	2	3	5
	37	1	24	4	1	2	2	1	3	500	2	17	5	2	3	3	6	18
	38	2	41	2	2	1	2	1	1	240	2	23	4	2	3	3	2	4
	39	2	35	1	3	2	1	1	3	600	2	10	3	2	3	5	3	8
	40	2	38	2	4	2	1	1	3	150	2	10	5	2	3	1	3	8
	41	2	36	2	1	2	1	1	3	500	2	17	5	2	1	3	6	18
	42	2	33	2	4	2	1	1	3	500	2	4	4	2	3	3	2	18
	43	2	28	2	2	2	1	1	3	600	2	20	5	2	3	3	2	8
	44	1	32	2	2	1	1	1	3	600	2	20	14	2	3	3	2	18
	45	2	32	1	2	2	1	1	3	500	2	11	5	2	3	3	2	4
	46	2	38	1	5	2	1	1	3	700	2	17	5	2	3	2	3	18
	47	2	33	2	2	1	1	1	3	700	2	18	5	2	3	3	2	18
	48	2	23	2	1	1	1	1	3	400	2	17	8	2	1	3	6	8
	49	2	35	1	3	1	1	1	3	600	2	21	5	2	3	3	2	8
	50	2	20	2	2	1	1	1	3	600	2	18	5	2	3	3	2	8
	51	2	26	2	3	1	1	1	3	900	2	6	5	2	3	3	2	8
	52	2	38	1	4	5	1	1	3	400	2	18	13	2	3	3	2	8
	53	2	23	4	1	2	2	1	3	400	2	20	3	2	3	3	6	17
	54	2	36	1	3	2	2	1	3	500	2	6	1	2	3	1	3	1
	55	2	32	1	4	2	1	1	3	800	2	20	13	2	3	3	2	18
	56	2	29	2	3	1	1	1	3	200	2	22	5	2	3	1	1	15
	57	2	40	1	3	1	1	1	3	300	2	9	1	2	3	5	6	8
	58	2	36	2	3	2	1	1	3	700	2	18	5	2	3	3	2	8
	59	2	49	2	4	2	1	1	3	700	2	18	1	2	3	3	2	8
	60	2	40	2	6	2	1	1	3	400	2	9	5	2	3	1	3	4
	61	2	41	1	6	2	1	1	2	420	2	14	3	2	3	1	3	4
	62	2	46	1	3	2	1	1	3	700	2	9	3	2	3	1	3	4
	63	2	74	1	1	1	2	1	3	900	2	11	7	2	1	1	3	1
	64	2	51	1	1	1	2	1	3	1000	2	23	8	2	1	3	2	13
	65	2	51	4	3	2	2	2	4	3000	2	7	12	2	1	1	3	1
	66	1	65	1	1	1	2	2	3	800	2	24	4	2	1	1	2	3
	67	2	56	2	1	2	2	2	2	600	2	17	11	2	1	1	1	10
	68	1	41	1	3	2	2	1	4	1200	1	4	6	2	1	3	1	11
	69	1	44	1	1	2	2	1	3	900	2	16	5	2	1	3	2	13
	70	2	38	2	2	2	2	1	4	2000	2	17	10	2	1	3	8	14
	71	2	37	3	3	1	2	2	3	1300	2	11	5	2	1	1	3	13
	72	1	58	1	4	2	2	1	3	1200	2	17	5	2	1	6	3	10
	73	1	30	1	3	1	2	1	3	1000	2	23	5	2	1	3	2	14
	74	1	32	1	2	1	2	1	2	1000	2	16	8	2	1	3	2	14
	75	1	62	1	1	1	2	1	2	800	2	23	8	2	1	1	1	13
	76	1	52	1	1	1	2	1	4	900	2	20	5	2	1	1	3	13
	77	2	61	2	1	1	2	2	3	1000	2	11	5	2	1	1	3	3
	78	2	60	1	1	1	2	1	3	700	2	7	4	2	1	1	3	15
	79	1	56	1	3	1	2	1	3	1100	2	22	13	2	1	1	1	3
	80	2	58	1	1	1	2	1	2	1000	2	23	5	2	1	3	1	4
	81	1	46	2	3	5	2	2	3	1500	2	23	5	2	1	3	2	1
	82	1	50	2	1	3	2	1	3	500	2	23	13	2	1	1	4	8
	83	1	43	2	2	1	2	1	3	750	2	12	8	2	1	1	3	6
	84	1	58	1	1	1	2	1	3	1300	2	23	5	2	1	1	1	1
	85	1	73	1	1	1	2	1	3	1500	2	14	6	2	1	4	3	4
	86	1	47	2	1	2	2	1	3	1100	2	21	8	2	1	4	3	13
	87	2	50	1	2	2	2	1	3	800	2	10	5	2	3	3	7	5
	88	2	38	2	5	2	2	1	3	500	2	7	5	2	2	6	9	9
	89	2	50	1	2	2	2	1	3	600	2	20	5	2	3	1	5	1
	90	2	38	2	5	2	2	1	3	700	2	22	13	2	3	4	5	1
	91	2	22	2	1	2	2	1	3	800	2	20	5	2	3	1	5	7
	92	2	38	2	3	2	2	1	3	700	2	20	5	2	3	1	5	3
	93	2	30	1	2	1	2	1	3	800	2	9	5	2	3	1	7	3



94	1	42	1	3	2	2	1	3	600	2	4	4	2	3	4	5	2	1
95	2	58	2	3	2	2	1	3	300	2	19	5	2	3	1	5	2	4
96	2	52	1	1	1	2	1	3	600	2	9	5	2	3	1	5	2	1
97	2	23	2	2	2	2	1	3	700	2	19	8	2	3	3	7	2	15
98	1	23	2	3	1	2	1	3	1200	2	9	5	2	3	3	5	2	3
99	2	57	1	1	1	2	1	3	700	2	14	1	2	3	3	7	2	2
100	2	40	1	3	1	2	1	3	700	2	20	5	2	3	1	5	2	7
101	2	26	2	3	2	2	1	3	700	2	20	5	2	3	1	7	2	15
102	2	40	2	4	2	2	1	3	700	2	14	2	2	3	1	1	2	8
103	2	18	2	1	2	2	1	3	700	2	17	5	2	3	1	7	2	3
104	2	39	2	3	2	2	1	3	700	2	6	4	2	3	1	7	2	8
105	1	52	1	3	2	2	1	3	700	2	10	13	2	3	1	3	2	8
106	2	52	1	1	2	2	1	3	600	2	18	4	2	3	1	3	2	18
107	2	42	2	3	2	2	1	3	700	2	14	5	2	3	1	7	2	15
108	2	52	1	1	2	2	1	3	700	2	20	5	2	3	1	7	2	15
109	1	45	1	4	2	2	1	3	500	2	14	5	2	3	1	1	2	1
110	2	51	2	1	4	2	1	3	700	2	15	9	2	3	7	9	2	7
111	2	45	2	2	1	2	1	3	700	2	1	5	2	3	3	7	2	12
112	1	28	2	2	2	2	1	3	1200	2	6	4	2	3	1	7	2	16
113	1	48	1	2	2	2	1	3	800	2	2	2	2	3	1	1	2	8
114	2	44	2	3	2	2	1	3	600	2	20	4	2	3	1	7	2	15
Media	1.68	45.7	1.99	2.18	1.79	1.78	1.05	2.82	904	1.97	14.7	6.32	2	1.99	2.18	3.78	1.96	8.33
DS	0.46	13.1	0.99	1.27	0.74	0.41	0.22	0.58	457	0.16	6.81	2.89	0	1	1.34	1.88	0.18	5.02
CV	27.6	28.7	49.6	58.2	41.5	23.2	21.2	20.6	50.5	8.11	46.3	45.8	0	50	61.4	49.6	9.36	60.2

**ANEXO 4Aa.** Indicadores de caracterización. Coeficientes de variación Aspecto Socio Económico de la Finca. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

	AMBIENTE		ASPECTO SOCIO-ECONOMICO DE LA FINCA										
	Unidades productoras con tarwi		18: Título de propiedad: si(2) no(1)	19: Extensión de terreno de cultivo que posee (ha) (escala)	20: Cultiva tarwi: si(2) no(1)	21: Que variedad posee (ordinal 1-3)	22: Area total cultivada de tarwi (ha) (escala)	23: Utiliza tarwi en protección a otros cultivos: Si(2) No(1)	24: Cuantos tipos de cultivo posee en la finca (escala)	25: Área cultivada de otros cultivos (ha) (escala)	26: Cuantos cultivos saca a la venta (escala)	27: Rdto. Total cultivo tarwi (t/ha) (escala)	28: Precio de venta de tarwi (kg/S/) (escala)
1	1	1	5	2	2	0.6	1	5	4.4	5	1.5	3	
2	1	10	2	2	1	1	1	4	9	4	1.5	3.5	
3	2	7	2	1	2	1	1	6	5	6	1.5	3.5	
4	1	3	2	2	0.5	1	1	4	2.5	4	1.2	3	
5	1	4	2	2	1	1	1	4	3	4	1.5	3.5	
6	1	6	2	1	1	1	2	4	5	4	1.2	3.5	
7	2	7	2	1	2	1	1	4	5	4	1	3	
8	2	12	2	2	2	1	1	5	10	5	1.5	3.5	
9	1	30	2	1	2	2	2	6	28	6	1.5	4	
10	2	4	2	3	1	1	1	4	3	4	1	4	
11	1	4	2	1	0.3	1	1	4	4.7	4	1	3	
12	2	2	2	1	0.3	1	1	4	1.7	4	1.5	3	
13	1	3	2	2	0.6	1	1	4	2.4	4	1	3	
14	1	10	2	1	3	1	1	5	7	5	2	3.5	
15	1	5	2	1	0.33	1	1	6	5	6	1.5	3	
16	1	8	2	2	2	1	1	4	6	4	1.5	3	
17	2	2	2	1	0.6	1	1	5	1.4	5	1	3	
18	1	10	2	2	2	1	1	5	8	5	1.8	3	
19	2	4	2	1	1	1	1	4	3	4	1.2	3	
20	1	4	2	1	1	2	1	4	3	4	1.5	3	
21	2	5	2	1	1	1	1	4	4	4	1.2	3	
22	2	2	2	3	0.3	2	1	5	1.7	5	1	3	
23	2	4	2	1	1	1	1	6	3	6	1.2	3	
24	1	6	2	1	1	1	1	5	5	5	1.2	3.5	
25	1	2	2	1	0.3	1	1	4	1.7	4	1	3	
26	1	3	2	1	1	2	1	5	4	4	1	3	
27	1	5	2	3	2	2	1	4	3	4	2	3	
28	1	3	2	1	1	1	1	5	2	5	1.5	3	
29	1	5	2	1	1	1	1	4	4	4	1.5	3	
30	1	3	2	1	1	2	1	4	2	4	1.2	3	

	31	2	3	2	1	0.6	1	4	2.4	4	1	3
CRUZ PAMPA	32	1	0.33	2	3	0.15	2	4	0.3	2	1	3
	33	1	0.66	2	3	0.2	1	3	1.5	3	0.9	4
	34	1	0.4	2	1	0.08	1	3	0.3	2	2	3
	35	1	2	2	3	0.33	1	4	2	2	1.52	3.5
	36	1	0.48	2	3	0.1	1	5	0.33	2	1.5	2
	37	1	0.6	2	1	0.03	2	4	0.55	3	2.12	3
	38	1	1	2	1	0.33	2	4	0.66	4	1.06	3
	39	1	1	2	3	0.2	2	4	0.8	3	1.5	3
	40	1	1	2	1	0.05	1	6	1	4	1.8	5
	41	1	1.5	2	2	0.4	2	3	1	3	1.4	3
	42	1	0.66	2	2	0.17	1	3	0.5	2	1.09	3
	43	1	1	2	1	0.25	2	4	0.75	4	2.4	5
	44	1	0.5	2	3	0.1	1	4	0.4	3	1.8	2.5
	45	2	1	2	3	0.1	2	4	0.9	3	1.5	4
	46	1	2	2	3	0.1	1	4	2	2	1.9	3
	47	1	0.35	2	3	0.15	1	5	0.2	5	1.33	3
	48	1	1	2	2	0.14	2	4	0.8	2	1.43	3
	49	1	0.6	2	3	0.1	1	4	0.5	3	1.5	3
	50	1	0.33	2	1	0.1	1	5	0.25	3	1.2	3
	51	1	0.5	2	3	0.12	1	4	0.38	4	1.67	3
	52	1	0.8	2	3	0.1	2	3	0.7	3	1.6	3
	53	1	0.68	2	3	0.2	2	2	0.44	2	2	2
	54	1	1	2	3	0.17	2	3	0.67	3	3.03	3
	55	1	0.33	2	3	0.05	1	3	0.28	3	1.2	3
	56	1	0.3	2	1	0.33	1	3	1	2	2.12	2
	57	2	2	2	3	0.2	2	5	1.8	3	1.5	3
	58	1	1	2	3	0.12	1	4	1	2	1.67	3
	59	1	0.25	2	3	0.08	1	5	0.22	4	2.67	5
	60	2	1	2	3	0.25	1	4	0.75	4	1.2	3
	61	2	1	2	3	0.33	1	4	0.7	3	1.06	3
	62	2	1	2	2	0.45	1	4	0.55	3	1.11	3
	HUALAHUYO	63	2	2	2	3	0.08	1	4	2.9	3	1.3
64		1	0.3	2	3	0.05	1	4	0.25	4	1.8	3.5
65		2	7	2	3	0.2	1	4	6.8	3	1.5	3
66		2	1	2	3	0.02	2	4	0.18	4	0.9	3
67		2	2	2	1	0.2	1	3	1.8	3	1.2	3
68		2	0.3	2	1	0.1	2	4	0.2	3	1.2	3
69		1	1	2	3	0.05	2	5	2	5	0.8	3
70		2	6	2	3	0.3	2	6	15	4	1.5	3
71		2	0.73	2	3	0.1	2	4	3	2	1	3
72		1	0.3	2	2	0.05	2	4	0.25	3	1	3
73		1	0.3	2	3	0.1	2	5	3	4	1	3.5
74		1	0.2	2	3	0.05	2	5	5	3	1.5	3.5
75		2	2	2	3	0.1	1	4	1.9	3	1.2	3
76		1	0.2	2	3	0.1	2	4	3	4	1	3
77		2	3	2	3	0.1	2	4	0.25	3	1.5	3
78		1	2	2	3	0.05	1	4	1.98	3	1.2	4
79		1	2	2	3	0.02	1	5	1.5	3	1.5	3
80		2	3	2	3	0.2	1	5	2.8	3	1.2	4
81		2	2	2	2	0.2	1	3	2.2	2	1.2	3
82		1	3	2	3	0.1	1	5	2.9	3	1.5	2.5
83		1	4	2	3	0.2	1	5	3.8	3	1.5	3
84		1	0.7	2	2	0.05	1	5	0.15	3	1	3
85		2	0.33	2	3	0.1	1	3	0.25	2	1	3
86		1	1	2	3	0.3	1	5	0.7	5	1.2	3

QUICHA GRANDE	87	1	2	2	3	0.33	2	6	1.5	4	0.6	3
	88	2	1	2	2	0.17	2	7	0.65	7	1	3
	89	1	1.98	2	3	0.66	1	4	1.32	4	0.8	3
	90	1	2.31	2	3	0.66	1	4	1.65	3	1	3
	91	1	1.98	2	3	0.33	1	5	1.65	5	0.8	3
	92	1	2	2	3	0.33	1	5	1.6	5	0.7	3
	93	1	1.32	2	3	0.33	1	6	0.99	6	1.2	2.5
	94	1	0.5	2	2	0.05	1	5	0.5	4	0.5	3
	95	1	1	2	3	0.25	1	5	0.75	4	1.2	3
	96	1	1.65	2	3	0.66	1	6	0.99	5	0.8	3
	97	2	1.65	2	3	0.17	2	4	1.49	4	1	3
	98	1	2	2	3	0.5	1	5	1.5	4	0.9	3
	99	2	2.5	2	2	0.66	2	4	2	4	0.8	3
	100	1	2	2	3	0.3	1	4	1.7	4	0.7	3
101	2	1.98	2	3	0.66	1	4	1.32	4	0.8	3	
102	1	1.32	2	3	0.33	1	3	0.99	2	0.9	3	
103	1	2.5	2	3	0.33	1	5	2	5	0.8	2.5	
104	1	1.32	2	3	0.1	1	4	0.99	3	0.9	3	
105	1	0.99	2	3	0.33	1	4	0.66	3	0.9	3	
106	1	1	2	3	0.2	1	5	0.8	5	0.9	3	
107	1	0.99	2	3	0.17	1	4	0.83	4	0.7	3	
108	1	1.65	2	3	0.33	1	6	1.32	6	0.9	3	
109	1	1.32	2	1	0.33	1	5	0.99	5	1.1	3	
110	1	2	2	3	0.66	2	6	2	5	0.8	3	
111	1	1.65	2	3	0.66	1	4	0.99	4	0.8	3	
112	1	1.32	2	3	0.33	1	4	1	3	0.8	3	
113	1	0.33	2	3	0.17	2	3	0.1	3	0.7	4	
114	1	2	2	3	0.3	1	4	1.7	4	0.8	3	
Media	1.28	2.6	2	2.32	0.46	1.31	4.36	2.36	3.75	1.27	3.12	
DS	0.45	3.46	0	0.86	0.55	0.46	0.87	3.3	1.08	0.43	0.46	
CV	35.1	133	0	37.2	118	35.3	20	140	28.8	33.7	14.8	

**ANEXO 4Ab.** Indicadores de caracterización. Coeficientes de variación Aspecto Socio Económico de la Finca. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

	AMBIENTE		ASPECTO SOCIO-ECONOMICO DE LA FINCA									
	Unidades productoras con tarwi		29: Costo/ha para producir tarwi (escala)	30: Como vende el producto (tarwi) (ordinal 1-3)	31: Donde vende el producto (tarwi) (Ordinal 1-12)	32: Precio del tarwi (última cosecha S/./kg) (ordinal 1-7)	33: Trabajadores en su predio (incluido Ud) (escala)	34: Rdto. Total de cultivos diferentes al tarwi (si posee) (escala)	35: Que tipo de agricultura realiza (ordinal 1-2)	36: Utiliza jornaleros (peones): Si(2) No(1)	37: Jornaleros que trabajan en el predio (incluido Ud) (ordinal 1-6)	38: Costo jornal (S/.) (escala)
1	2000	1	5	3	5	50	1	2	3	40	4	
2	1500	1	5	3	5	80	1	2	4	40	4	
3	2000	1	5	3	4	50	1	2	5	40	4	
4	1500	1	10	3	3	15	1	2	3	40	4	
5	2000	1	10	3	4	30	1	2	3	40	4	
6	2000	1	5	3.5	4	50	1	2	3	35	4	
7	2000	1	10	3.5	5	60	1	2	4	40	4	
8	2000	1	10	4	5	100	1	2	3	40	4	
9	7000	1	3	6	12	200	1	2	6	45	4	
10	1500	1	10	4	3	30	1	2	3	35	4	
11	900	1	10	3.5	2	40	1	2	3	40	4	
12	2000	1	10	3	2	18	1	2	2	35	2	
13	1000	1	10	3	2	20	1	2	2	35	4	
14	6000	1	8	4	10	80	1	2	5	40	4	
15	1500	1	5	3	5	50	1	2	4	40	4	
16	2000	1	3	3	8	60	1	2	5	40	4	
17	1500	1	10	3	4	20	1	2	3	35	4	
18	2000	1	3	3.5	5	80	1	2	4	40	4	
19	2000	1	5	3	3	30	1	2	3	40	4	
20	2000	1	5	3	4	35	1	2	3	40	4	
21	2000	1	5	3	3	40	1	2	3	40	4	
22	1000	1	10	3.5	2	16	1	2	2	35	4	
23	1000	1	10	3	3	30	1	2	3	40	4	
24	2000	1	5	3.5	4	50	1	2	3	40	4	
25	900	1	3	3	2	16	1	2	2	35	4	
26	1000	1	10	2.5	5	10	1	2	4	35	6	
27	2000	1	10	3	5	50	1	2	3	40	1	
28	2000	1	10	3	4	15	1	2	3	40	4	
29	2000	1	5	3	3	40	1	2	3	40	4	
30	2000	1	10	3	2	30	1	2	2	40	4	

CRUZ PAMPA	31	1000	1	5	3	3	25	1	2	3	40	4
	32	400	1	9	2.5	2	7	1	1	1	30	1
	33	250	1	9	3	3	6	1	1	2	35	1
	34	350	1	11	3	1	7	1	1	1	30	3
	35	300	1	4	3	2	18	1	2	3	30	5
	36	200	1	11	2	3	8	1	1	1	30	7
	37	250	2	11	3.5	4	9	1	1	1	35	5
	38	1000	1	11	3	2	18	1	1	1	35	3
	39	400	1	4	3	3	9	1	1	1	30	4
	40	200	1	11	4	2	8	1	2	3	30	5
	41	300	1	9	3	4	9	1	2	3	30	2
	42	350	1	1	3	2	10	1	1	1	30	3
	43	400	1	9	3.5	2	10	1	1	1	30	2
	44	300	1	11	3	2	6	1	1	1	30	3
	45	450	1	11	3.5	3	8	1	1	1	30	7
	46	300	1	4	3	2	20	1	2	3	30	7
	47	350	1	11	3	2	4	1	2	2	35	1
	48	250	1	11	3	3	8	1	1	2	30	1
	49	350	1	11	3	3	7	1	2	4	30	6
	50	400	2	5	3	5	7	1	1	1	30	2
	51	400	1	11	3	1	4	1	1	1	30	5
	52	300	1	10	3	8	10	1	2	3	35	3
	53	350	1	11	2.5	6	11	1	1	1	35	2
	54	400	1	9	2	2	9	1	1	2	25	3
	55	250	1	1	3	2	3	2	1	2	25	5
	56	400	1	7	5	2	8	1	2	3	25	1
	57	300	3	4	3	2	9	1	1	1	30	1
	58	200	1	11	3	2	5	1	2	3	30	7
	59	600	1	11	4	2	6	2	2	3	20	2
	60	600	1	11	3	7	6	1	2	3	30	7
	61	600	1	11	3	7	5	1	2	2	30	1
	62	700	1	11	3	5	5	1	2	3	30	1
HUALAHUYO	63	1200	1	11	3.5	4	10	1	2	3	40	4
	64	1200	1	11	3.5	4	10	1	2	3	40	4
	65	1200	1	6	3.5	4	30	1	2	3	40	1
	66	1000	1	11	3	3	8	1	2	3	35	2
	67	1000	1	12	3	3	20	1	2	3	40	4
	68	1000	1	9	3	2	8	1	2	2	30	2
	69	1000	1	11	3.5	2	10	1	2	3	35	6
	70	1000	1	11	3.5	3	80	1	2	6	30	4
	71	1000	1	11	3.5	3	25	1	2	3	35	6
	72	1500	1	12	3.5	4	4	1	2	2	40	2
	73	1000	1	7	3.5	4	15	1	2	4	35	6
	74	1000	1	7	4	4	40	1	2	3	35	4
	75	1000	1	11	3.5	5	10	1	2	4	40	2
	76	1000	1	11	3.5	3	15	1	2	2	35	4
	77	1200	1	11	3	2	10	1	1	3	40	2
	78	1000	1	11	3.5	2	10	1	2	2	30	7
	79	1200	1	11	3	3	8	1	2	3	35	5
	80	1500	1	11	4	3	12	1	2	3	35	2
	81	1000	1	9	3.5	8	12	1	2	6	30	6
	82	900	1	9	3.5	4	14	1	2	4	30	4
	83	1200	1	11	3	5	20	1	2	4	30	5
	84	1000	1	6	3	2	5	1	2	2	35	4
	85	1000	1	2	3	3	10	1	2	3	30	2
	86	1000	1	11	3	2	10	1	2	2	35	5

QUICHA GRANDE	87	800	1	11	3	3	9	1	2	3	25	6
	88	1000	1	11	3	2	7	1	2	2	20	7
	89	900	1	9	3	2	8	1	2	2	25	4
	90	900	1	11	3	4	9	2	2	2	30	3
	91	900	1	11	3	2	6	1	2	2	30	5
	92	900	1	11	3	2	6	1	2	2	25	4
	93	2000	1	11	3.5	2	15	2	2	3	30	7
	94	800	1	7	3	4	2	1	2	4	20	4
	95	900	1	9	3	3	8	1	2	3	20	2
	96	900	1	11	3	2	4	1	2	2	25	4
	97	1000	1	7	3	2	4	1	2	3	25	4
	98	700	1	11	3	5	9	1	2	3	25	3
	99	900	1	11	3	10	12	1	2	4	30	2
	100	800	1	11	3	2	8	1	2	2	25	4
101	900	1	11	3	2	8	1	2	2	25	4	
102	1000	1	9	3	2	6	1	1	2	20	2	
103	1500	1	11	3.5	4	6	1	2	3	30	7	
104	800	1	11	3	4	6	1	2	3	25	3	
105	1200	1	11	3	4	4	1	2	2	25	3	
106	800	1	11	3	2	6	1	2	2	25	5	
107	900	1	11	3	2	6	1	2	2	30	4	
108	800	1	11	3	3	8	1	2	2	25	4	
109	1000	1	9	3	2	7	1	2	2	30	2	
110	1000	1	11	3	3	6	1	2	2	30	4	
111	800	1	11	3	2	4	1	2	2	30	7	
112	1250	1	9	2	2	10	1	2	3	40	7	
113	700	1	11	4	1	2	1	1	2	20	2	
114	900	1	11	3	2	7	1	2	2	30	4	
Media	1108	1.04	8.95	3.18	3.41	19.9	1.04	1.82	2.68	32.6	3.83	
DS	904	0.23	2.8	0.49	1.88	25.8	0.18	0.39	1.07	5.93	1.64	
CV	81.7	21.9	31.3	15.3	55.1	130	17.8	21.3	39.9	18.2	42.7	

**ANEXO 5.** Indicadores de caracterización. Coeficientes de variación Factores Ambientales del Predio. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

ACOLLA		AMBIENTE														
		FACTORES AMBIENTALES DEL PREDIO														
		Unidades productoras con tarwi														
		40: Cuenta con agua de riego permanente todo el año: Si(2) No(1)														
		41: Fuente de abastecimiento del agua (ordinal 1-3)														
		42: Utiliza abono químico para fertilizar: Si(2) No(1)														
		43: Control solo con productos químicos: Si(2) No(1)														
		44: Cuantos de sus cultivos utiliza productos químicos (ordinal 1-6)														
		45: Mantiene siempre la finca con malezas: Si(2) No(1)														
		46: Realiza quema de rastrojo de maleza: Si(2) No(1)														
		47: Realiza aplicación de materia orgánica: Si(2) No(1)														
		48: Realiza rotación de cultivo: Si(2) No(1)														
		49: Cada que tiempo rota los cultivos (ordinal 1-4)														
		50: Usa repelente o extracto contra plagas elaborado por Ud. Si(2) No(1)														
		51: Realiza control biológico: Si(2) No(1)														
		52: Si la respuesta es SI, cite con que (ordinal 1-4)														
		53: Cual es el problema de importancia en la campaña (tarwi) (ordinal 1-21)														
		54: Posee pendiente de erosión (chacra): Si(2) No(1)														
		55: Como se siente con la actividad que realiza (ordinal 1-5)														
1	1	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	21	1	3
2	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	21	1	2
3	1	3	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	14	1	2
4	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	1	2
5	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	1	2
6	1	3	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	21	2	2
7	1	3	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	21	1	2
8	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	1	2
9	1	1	2	2	6	1	2	2	2	2	2	1	2	21	2	2
10	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	21	2	2
11	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	1	2
12	1	1	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	10	1	3
13	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	1	2
14	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	1	2
15	1	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	2	2
16	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	1	2
17	1	1	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	3	1	2
18	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	2	2
19	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	13	1	2
20	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	8	1	2
21	1	1	2	2	6	2	2	2	2	2	1	1	1	21	1	2
22	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	1	2
23	1	1	2	2	6	2	2	2	2	2	1	1	1	3	1	2
24	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	16	1	1
25	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	1	3
26	2	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	13	2	2
27	1	1	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	19	2	3
28	1	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	1	3



	29	1	1	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	10	1	3
	30	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	3	1	2
	31	1	1	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	6	1	2
CRUZ PAMPA	32	1	1	1	1	6	1	2	2	2	3	1	1	1	14	2	2
	33	1	1	2	2	3	2	2	2	2	3	1	1	1	16	2	3
	34	1	1	1	1	6	2	2	1	1	1	1	1	1	14	1	5
	35	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	13	1	1
	36	1	1	1	1	6	2	1	1	2	2	1	1	1	3	1	4
	37	1	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	4	13	1	2
	38	1	1	2	2	3	1	1	2	2	2	1	1	1	10	2	4
	39	1	1	2	2	5	2	2	2	2	2	1	1	1	14	2	2
	40	1	1	2	2	3	1	2	2	2	2	1	1	1	20	1	2
	41	1	1	2	2	5	2	1	2	2	2	1	1	1	20	2	2
	42	1	1	2	2	3	1	2	2	2	2	1	1	1	10	2	3
	43	1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	7	1	2
	44	1	1	1	1	6	2	1	1	2	2	1	1	1	10	1	4
	45	1	1	2	2	4	1	1	2	2	2	1	1	1	13	2	2
	46	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	13	1	1
	47	1	1	2	2	5	2	2	2	2	2	1	1	1	4	1	4
	48	1	1	2	2	4	2	1	2	2	2	1	1	1	4	2	3
	49	1	1	2	1	3	1	1	2	2	2	1	2	2	10	1	1
	50	1	1	2	2	4	1	2	2	2	2	1	2	2	14	1	2
	51	1	1	2	2	3	1	2	2	2	2	1	1	1	7	1	4
	52	1	1	2	2	3	1	2	2	2	2	1	1	1	10	2	4
	53	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	12	1	1
	54	1	1	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	18	2	4
	55	1	1	2	2	4	2	1	2	2	3	1	1	1	15	1	4
	56	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	4	1	2	4
	57	1	2	2	2	4	1	1	2	2	2	1	1	1	14	2	4
	58	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	13	1	1
	59	1	1	1	1	6	2	2	2	1	1	2	2	3	9	2	4
	60	1	1	2	2	6	2	1	2	2	2	1	1	1	11	2	2
	61	1	1	2	2	6	2	2	2	2	2	1	1	1	3	2	2
	62	1	1	2	2	6	2	1	2	2	3	1	1	1	8	2	4
	HUALAHOYO	63	2	3	2	2	6	2	2	2	2	3	1	2	4	2	2
64		1	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	21	1	2
65		1	3	2	1	4	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2
66		2	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	3	1	3
67		2	3	2	2	6	1	2	2	2	4	1	2	4	2	1	3
68		1	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	21	2	2
69		1	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	16	1	1
70		1	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	16	1	1
71		1	3	2	2	6	1	2	2	2	2	1	2	4	13	1	1
72		1	1	2	2	3	1	1	2	2	2	1	1	1	16	1	2
73		1	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	16	1	2
74		1	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	16	1	1
75		1	3	2	2	6	1	2	1	2	2	1	1	1	10	1	3
76		1	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	13	1	2
77		1	3	2	2	6	2	2	2	2	3	1	1	1	3	1	2
78		2	3	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2
79		1	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	3	1	2
80		2	3	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2
81		1	3	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	6	2	5
82		2	3	2	2	6	2	2	2	2	2	1	2	4	21	2	4
83		1	3	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	3	1	3
84		1	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	3
85		2	3	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2
86		1	3	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	10	1	2

QUICHA GRANDE	87	1	1	2	2	6	2	2	1	2	2	1	2	4	11	2	3
	88	1	1	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	4	11	2	2
	89	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	21	1	2
	90	1	1	2	2	6	2	1	2	2	2	1	1	1	21	2	2
	91	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	2	3
	92	1	1	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	10	2	2
	93	1	1	1	2	4	2	2	2	2	2	1	1	1	11	2	2
	94	2	2	2	2	6	2	2	2	2	2	1	1	1	17	2	3
	95	1	1	2	2	6	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	4
	96	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	2	3
	97	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	2	3
	98	1	1	2	2	6	2	1	2	2	2	2	1	2	21	2	2
	99	1	1	2	2	6	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2
	100	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	15	2	2
101	1	1	2	2	6	2	2	2	2	2	1	1	1	10	2	3	
102	1	1	2	2	3	1	2	2	2	2	1	2	4	3	2	2	
103	1	1	2	2	6	2	2	2	2	2	1	2	4	16	2	2	
104	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	5	2	4	
105	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	5	2	4	
106	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	2	3	
107	1	1	2	2	6	1	1	2	2	2	1	1	1	10	2	3	
108	1	1	2	2	6	2	1	2	2	2	1	1	1	10	2	3	
109	1	1	2	2	4	1	2	2	2	2	1	2	4	3	2	3	
110	1	1	1	2	6	2	2	1	2	2	2	1	4	10	2	3	
111	1	1	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	10	2	2	
112	1	1	2	2	6	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	3	
113	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	21	1	4	
114	1	1	2	2	6	2	1	2	2	2	1	1	1	10	2	3	
Media	1.08	1.54	1.94	1.93	5.22	1.32	1.46	1.91	1.98	2.05	1.06	1.11	1.37	10.9	1.46	2.5	
DS	0.27	0.88	0.24	0.26	1.38	0.47	0.5	0.28	0.13	0.32	0.24	0.32	0.94	5.93	0.5	0.91	
CV	25	57	12.4	13.2	26.5	35.3	34	14.8	6.62	15.6	22.6	28.5	68.6	54.4	34.2	36.4	

**ANEXO 6.** Indicadores de evaluación. Dimensión Económica (IK). Sustentabilidad de las unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

AMBIENTE	Unidades productoras con tarwi	DIMENSION ECONOMICA (IK)									
		A Autosuficiencia alimentaria				B	C Riesgo económico			Dimensión Económica	
		A1: Diversificación de la producción (Producto: cultivos)	A2: Superficie de producción de autoconsumo	A3: Rendimiento promedio de grano (tarwi)	A4: Incidencia de plagas enfermedades	B: Ingreso neto mensual	C1: Diversificación para venta (Producto: si comercializa)	C2: Número de vías de comercialización (canal)	C3: Dependencia de insumos externos (%)	Indicador IK	> 2
1	3	0	1	3	3	3	2	1	2.06	1	0
2	3	0	1	4	4	3	2	1	2.44	1	0
3	4	1	1	3	4	4	1	1	2.56	1	0
4	3	1	1	2	4	3	1	1	2.25	1	0
5	3	0	1	3	2	3	1	1	1.75	0	1
6	3	0	1	3	3	3	2	1	2.06	1	0
7	3	0	1	3	4	3	1	1	2.25	1	0
8	3	1	1	3	4	3	1	1	2.38	1	0
9	4	1	2	4	4	4	1	1	2.81	1	0
10	3	0	1	3	4	3	1	1	2.25	1	0
11	3	0	1	3	3	3	1	1	2.00	1	0
12	3	0	2	3	4	3	1	1	2.38	1	0
13	3	0	1	3	3	3	1	1	2.00	1	0
14	3	0	2	4	4	3	1	1	2.50	1	0
15	4	1	2	3	3	4	2	2	2.63	1	0
16	3	1	2	3	4	3	1	1	2.50	1	0
17	3	0	1	3	3	3	1	1	2.00	1	0
18	3	1	2	3	4	3	1	1	2.50	1	0
19	3	1	1	3	4	3	2	1	2.44	1	0
20	3	1	1	3	3	3	2	1	2.19	1	0
21	3	1	1	3	4	3	2	1	2.44	1	0
22	3	1	1	3	3	3	1	1	2.13	1	0
23	4	0	1	3	4	4	1	1	2.44	1	0
24	3	1	1	3	4	3	2	1	2.44	1	0
25	3	0	1	3	3	3	1	1	2.00	1	0
26	3	0	1	2	0	3	1	1	1.13	0	1
27	3	1	2	3	0	3	1	2	1.63	0	1
28	3	1	1	3	1	3	1	2	1.75	0	1

	29	3	0	1	3	4	3	2	1	2.31	1	0
	30	3	0	1	3	4	3	1	1	2.25	1	0
	31	3	1	1	3	4	3	2	1	2.44	1	0
CRUZ PAMPA	32	3	0	1	3	1	1	1	3	1.63	0	1
	33	3	1	0	3	1	3	2	3	1.81	0	1
	34	2	1	3	3	2	2	1	4	2.31	1	0
	35	2	1	1	3	0	1	2	4	1.56	0	1
	36	3	0	2	3	2	1	2	3	2.06	1	0
	37	3	0	2	4	1	1	2	3	1.94	0	1
	38	3	2	3	3	0	3	2	4	2.19	1	0
	39	3	1	2	4	3	2	2	4	2.75	1	0
	40	4	0	2	4	4	3	2	3	2.94	1	0
	41	2	0	2	3	4	2	1	3	2.44	1	0
	42	2	0	2	3	0	1	1	4	1.50	0	1
	43	3	0	3	4	1	3	1	4	2.25	1	0
	44	3	0	2	3	3	2	2	4	2.50	1	0
	45	3	0	2	3	2	2	2	4	2.25	1	0
	46	3	0	1	4	2	1	2	4	2.19	1	0
	47	3	0	1	4	3	3	2	2	2.31	1	0
	48	3	0	1	4	0	1	2	4	1.69	0	1
	49	3	1	2	3	0	2	2	3	1.75	0	1
	50	3	0	2	3	3	2	2	3	2.38	1	0
	51	3	1	2	4	2	3	2	3	2.44	1	0
	52	2	0	2	3	3	2	1	4	2.31	1	0
	53	3	0	2	3	0	1	2	4	1.69	0	1
	54	2	1	4	4	0	2	1	4	2.06	1	0
	55	3	0	1	4	2	2	1	3	2.06	1	0
	56	2	1	3	2	0	1	3	4	1.75	0	1
	57	3	1	2	3	2	2	2	4	2.38	1	0
	58	3	0	2	3	2	1	2	4	2.19	1	0
	59	3	1	4	3	1	3	2	4	2.44	1	0
	60	3	0	1	4	0	3	2	4	1.81	0	1
	61	3	1	1	4	1	2	2	4	2.13	1	0
	62	3	1	1	4	2	2	2	4	2.38	1	0
	HUALAHOYO	63	3	0	1	3	3	2	2	3	2.25	1
64		3	2	2	3	3	3	2	3	2.69	1	0
65		3	0	1	3	4	3	2	3	2.56	1	0
66		3	0	0	3	2	3	2	3	1.94	0	1
67		2	0	1	4	4	2	1	3	2.44	1	0
68		3	0	1	3	4	2	2	3	2.50	1	0
69		3	1	1	3	3	3	2	3	2.44	1	0
70		4	1	1	3	4	3	2	3	2.81	1	0
71		3	1	1	3	4	2	2	2	2.50	1	0
72		3	0	1	3	4	2	2	3	2.50	1	0
73		3	1	1	3	3	3	2	3	2.44	1	0
74		3	1	2	3	3	2	3	3	2.56	1	0
75		3	2	1	3	2	2	2	3	2.25	1	0
76		3	2	1	3	3	3	2	2	2.44	1	0
77		3	1	1	3	3	2	2	3	2.38	1	0
78		3	0	1	3	1	2	2	3	1.75	0	1
79		3	0	2	3	4	2	2	3	2.63	1	0
80		3	0	1	3	3	2	2	3	2.25	1	0
81		2	2	1	0	4	1	2	3	2.19	1	0
82		3	1	2	3	0	2	1	3	1.69	0	1
83		3	1	2	3	1	2	2	3	2.00	1	0
84		3	0	1	3	4	2	2	3	2.50	1	0
85		2	0	1	3	4	1	0	3	2.19	1	0
86		3	1	1	3	4	3	2	3	2.69	1	0

QUICHA GRANDE	87	4	2	1	3	1	3	2	3	2.19	1	0	
	88	4	1	1	3	0	4	2	4	2.00	1	0	
	89	3	0	0	3	2	3	1	4	2.00	1	0	
	90	3	2	1	3	3	2	2	3	2.50	1	0	
	91	3	0	0	3	2	3	2	4	2.06	1	0	
	92	3	0	0	3	3	3	2	4	2.31	1	0	
	93	4	1	1	3	1	4	2	3	2.13	1	0	
	94	3	0	1	3	1	3	1	3	1.75	0	1	
	95	3	0	1	2	4	3	2	3	2.44	1	0	
	96	4	1	0	3	2	3	2	3	2.19	1	0	
	97	3	1	1	3	2	3	3	3	2.25	1	0	
	98	3	0	0	4	4	3	2	4	2.69	1	0	
	99	3	2	0	3	1	3	2	2	1.81	0	1	
	100	3	1	0	3	2	3	2	3	2.06	1	0	
	101	3	0	0	4	3	3	2	4	2.44	1	0	
102	2	0	1	3	1	1	1	3	1.50	0	1		
103	3	2	1	3	1	3	2	4	2.19	1	0		
104	3	1	0	3	1	2	2	3	1.75	0	1		
105	3	1	0	3	1	2	2	4	1.88	0	1		
106	3	1	0	3	2	3	2	4	2.19	1	0		
107	3	0	0	3	3	3	2	4	2.31	1	0		
108	4	1	0	3	2	4	2	3	2.25	1	0		
109	3	0	1	3	3	3	1	3	2.25	1	0		
110	4	1	0	2	3	3	2	2	2.19	1	0		
111	3	1	1	3	1	3	2	4	2.06	1	0		
112	3	0	0	3	4	2	1	3	2.31	1	0		
113	2	1	0	3	2	2	2	4	2.00	1	0		
114	3	1	0	3	3	3	2	3	2.31	1	0		
Promedio	3	0.588	1.193	3.096	2.46	2.553	1.693	2.719	2.21				
										Total	92	22	114
										Porcentaje (%)	80.7	19.3	100

**ANEXO 7.** Indicadores de evaluación. Dimensión Ecológica (IE). Sustentabilidad de las unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

AMBIENTE	Unidades productoras con tarwi	DIMENSION ECOLÓGICA (IE)								
		A: Conservación vida del suelo		B: Riesgo de Erosión		C: Manejo de la Biodiversidad		Dimensión Ecológica		
		A1: Manejo de la cobertura vegetal	A2: Manejo residuos del cultivo	B1: Pendiente predominante	B2: Orientación de los surcos	C1: Biodiversidad temporal	C2: Biodiversidad espacial	Indicador IE	> 2	< 2
ACOLLA	1	1	4	3	3	3	2	2.83	1	0
	2	1	4	3	3	3	2	2.83	1	0
	3	1	4	3	3	3	2	2.83	1	0
	4	1	4	3	3	3	2	2.83	1	0
	5	1	4	3	3	3	2	2.83	1	0
	6	1	3	3	3	3	2	2.61	1	0
	7	1	4	3	3	3	2	2.83	1	0
	8	1	4	3	3	3	2	2.83	1	0
	9	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	10	1	4	3	3	3	2	2.83	1	0
	11	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	12	1	3	3	3	3	3	2.78	1	0
	13	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	14	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	15	1	4	2	3	3	3	2.78	1	0
	16	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	17	1	4	3	3	3	2	2.83	1	0
	18	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	19	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	20	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	21	1	4	4	3	3	3	3.22	1	0
	22	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	23	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	24	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	25	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	26	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	27	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	28	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	29	1	4	3	3	3	3	3.00	1	0
	30	1	3	3	3	3	3	2.78	1	0
	31	2	4	3	3	3	3	3.11	1	0
CRUZ PAMPA	32	2	3	2	1	4	2	2.44	1	0
	33	1	3	3	4	4	2	2.89	1	0
	34	2	4	3	3	4	1	2.94	1	0
	35	0	4	4	1	3	1	2.56	1	0
	36	1	3	2	2	4	2	2.44	1	0
	37	0	3	4	3	3	2	2.72	1	0
	38	2	3	4	0	4	1	2.61	1	0
	39	3	3	4	3	1	3	2.89	1	0
	40	1	4	3	2	4	1	2.72	1	0

	41	2	4	1	2	4	2	2.56	1	0
	42	2	4	2	2	3	2	2.61	1	0
	43	2	4	2	3	4	1	2.72	1	0
	44	0	0	4	4	3	2	2.17	1	0
	45	1	4	2	3	4	2	2.78	1	0
	46	2	3	2	2	4	2	2.56	1	0
	47	4	3	4	3	3	2	3.17	1	0
	48	1	4	4	3	4	0	2.89	1	0
	49	1	4	2	3	4	1	2.61	1	0
	50	2	4	2	2	4	2	2.78	1	0
	51	3	3	4	3	3	1	2.89	1	0
	52	2	3	3	3	4	2	2.89	1	0
	53	1	4	4	0	3	2	2.72	1	0
	54	2	4	2	3	4	2	2.89	1	0
	55	2	4	3	3	3	3	3.11	1	0
	56	1	4	2	3	3	2	2.61	1	0
	57	2	3	3	2	4	2	2.78	1	0
	58	2	3	2	2	4	2	2.56	1	0
	59	2	3	3	3	1	3	2.56	1	0
	60	0	3	3	2	4	2	2.56	1	0
	61	0	3	3	3	4	2	2.67	1	0
	62	1	3	3	3	4	2	2.78	1	0
HUALAHOYO	63	2	3	3	3	2	3	2.72	1	0
	64	2	3	4	3	3	3	3.11	1	0
	65	0	3	4	3	3	0	2.39	1	0
	66	2	1	4	3	3	3	2.67	1	0
	67	2	2	4	3	2	3	2.72	1	0
	68	2	2	3	3	3	3	2.67	1	0
	69	2	3	3	3	3	3	2.89	1	0
	70	2	3	4	2	3	1	2.67	1	0
	71	2	3	3	2	3	1	2.44	1	0
	72	2	3	4	3	3	3	3.11	1	0
	73	2	3	4	3	3	3	3.11	1	0
	74	2	3	4	3	3	3	3.11	1	0
	75	4	3	4	3	3	3	3.33	1	0
	76	2	3	2	3	3	2	2.50	1	0
	77	2	0	4	3	2	3	2.28	1	0
	78	2	3	4	3	3	3	3.11	1	0
	79	2	2	4	3	3	3	2.89	1	0
	80	2	3	4	3	3	3	3.11	1	0
	81	2	0	3	3	3	3	2.22	1	0
	82	2	3	4	2	2	3	2.83	1	0
	83	2	3	2	3	3	2	2.50	1	0
	84	2	2	4	3	3	3	2.89	1	0
	85	2	3	4	3	3	3	3.11	1	0
	86	2	3	3	3	3	3	2.89	1	0
QUICHA GRANDE	87	1	3	2	3	3	3	2.56	1	0
	88	1	4	3	2	3	3	2.89	1	0
	89	1	4	2	2	3	2	2.50	1	0
	90	0	1	3	3	3	3	2.22	1	0
	91	2	4	3	3	3	3	3.11	1	0
	92	2	4	2	2	3	2	2.61	1	0
	93	1	4	4	4	3	2	3.17	1	0
	94	1	3	3	4	4	3	3.06	1	0
	95	2	4	3	3	3	1	2.78	1	0
	96	2	4	2	2	3	2	2.61	1	0
	97	2	3	3	3	4	2	2.89	1	0
	98	1	3	2	3	4	4	2.89	1	0

99	1	2	2	2	3	3	2.22	1	0
100	2	4	2	2	3	3	2.78	1	0
101	2	4	3	3	3	2	2.94	1	0
102	2	3	3	3	3	3	2.89	1	0
103	1	4	3	3	3	2	2.83	1	0
104	1	3	3	3	4	2	2.78	1	0
105	1	3	3	3	4	2	2.78	1	0
106	2	4	3	2	3	2	2.83	1	0
107	2	4	3	3	4	2	3.11	1	0
108	2	4	3	3	4	2	3.11	1	0
109	2	3	3	3	3	3	2.89	1	0
110	1	2	2	3	4	2	2.33	1	0
111	1	4	3	4	3	2	2.94	1	0
112	2	0	3	4	4	4	2.67	1	0
113	1	2	4	3	3	2	2.61	1	0
114	2	4	3	2	3	3	3.00	1	0
Promedio	1.4737	3.2982	3.035	2.789	3.1842	2.3772	2.81		
							Total	114	0
							Porcentaje (%)	100	0

114

100



**ANEXO 8.** Indicadores de evaluación. Dimensión Socio-Cultural (ISC). Sustentabilidad de las unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

AMBIENTE	Unidades productoras con tarwi	DIMENSIÓN SOCIO-CULTURAL (ISC)									
		A: Satisfacción de las Necesidades Básicas				B	C	D	Dimensión Socio-Cultural		
		A1: Vivienda	A2: Acceso a la educación	A3: Acceso a salud y cobertura sanitaria	A4: Servicios	B: Aceptabilidad del sistema de producción	C: Integración social a sistemas organizativos	D: Conocimiento y conciencia ecológica	Indicador ISC	> 2	< 2
ACOLLA	1	3	3	3	3	2	2	3	2.50	1	0
	2	3	3	3	3	3	2	3	2.83	1	0
	3	4	4	3	3	3	2	3	3.00	1	0
	4	4	4	3	3	2	2	2	2.50	1	0
	5	3	4	3	3	3	2	4	3.08	1	0
	6	3	3	3	3	3	2	3	2.83	1	0
	7	3	3	3	3	3	2	4	3.00	1	0
	8	3	3	3	3	3	2	4	3.00	1	0
	9	4	4	3	3	4	3	4	3.67	1	0
	10	3	3	3	3	3	2	3	2.83	1	0
	11	3	4	3	3	3	2	4	3.08	1	0
	12	3	3	3	3	3	2	3	2.83	1	0
	13	3	3	3	3	3	2	3	2.83	1	0
	14	4	4	3	3	4	2	4	3.50	1	0
	15	3	4	3	3	3	2	3	2.92	1	0
	16	4	4	3	3	3	3	4	3.33	1	0
	17	4	4	3	3	3	2	3	3.00	1	0
	18	4	4	3	3	3	3	4	3.33	1	0
	19	3	3	4	3	4	3	4	3.58	1	0
	20	3	3	4	3	4	3	4	3.58	1	0
	21	3	4	3	3	3	3	4	3.25	1	0
	22	3	3	3	3	3	2	3	2.83	1	0
	23	3	3	3	3	3	2	3	2.83	1	0
	24	3	4	3	3	4	3	4	3.58	1	0
	25	3	3	3	3	3	2	4	3.00	1	0
	26	2	4	3	3	2	2	3	2.50	1	0
	27	3	4	3	3	3	2	4	3.08	1	0
	28	3	3	3	3	3	2	3	2.83	1	0
	29	3	3	3	3	4	3	4	3.50	1	0
	30	3	3	3	3	3	3	4	3.17	1	0
	31	3	3	3	3	4	2	4	3.33	1	0
CRUZ PAMPA	32	2	1	0	3	1	3	3	1.83	0	1
	33	2	2	2	3	2	2	2	2.08	1	0
	34	1	3	0	3	3	2	3	2.42	1	0
	35	2	1	0	3	3	1	2	2.00	1	0
	36	2	1	0	3	3	1	3	2.17	1	0
	37	3	1	0	3	2	2	3	2.08	1	0

	38	3	4	3	3	4	2	3	3.25	1	0
	39	3	1	0	3	4	3	2	2.75	1	0
	40	3	2	0	3	4	1	3	2.67	1	0
	41	2	3	0	3	3	2	3	2.50	1	0
	42	2	2	0	3	3	2	2	2.25	1	0
	43	3	2	0	3	3	2	2	2.33	1	0
	44	2	1	0	3	1	1	2	1.33	0	1
	45	3	1	0	3	3	2	3	2.42	1	0
	46	2	1	0	3	2	2	3	2.00	1	0
	47	2	2	0	3	3	2	2	2.25	1	0
	48	2	3	0	3	3	1	2	2.17	1	0
	49	2	1	0	3	3	3	2	2.33	1	0
	50	3	2	0	3	2	2	2	2.00	1	0
	51	1	2	0	3	1	1	3	1.50	0	1
	52	2	1	0	3	3	2	2	2.17	1	0
	53	3	4	3	3	3	3	3	3.08	1	0
	54	4	1	3	3	1	2	2	1.92	0	1
	55	2	1	0	3	1	2	3	1.67	0	1
	56	2	2	4	3	2	2	2	2.25	1	0
	57	3	2	0	3	2	3	2	2.17	1	0
	58	3	2	0	3	3	1	3	2.33	1	0
	59	2	2	0	3	3	2	3	2.42	1	0
	60	1	2	3	3	3	2	2	2.42	1	0
	61	3	1	0	3	3	2	2	2.25	1	0
	62	3	1	0	3	3	3	3	2.58	1	0
HUALAHOYO	63	2	3	3	3	3	3	3	2.92	1	0
	64	3	4	3	3	3	3	3	3.08	1	0
	65	3	4	4	3	2	1	3	2.50	1	0
	66	3	3	3	3	2	2	2	2.33	1	0
	67	3	4	3	3	3	3	4	3.25	1	0
	68	2	4	3	3	3	3	3	3.00	1	0
	69	2	3	3	3	3	3	3	2.92	1	0
	70	3	4	4	3	4	2	3	3.33	1	0
	71	2	4	2	3	4	2	3	3.08	1	0
	72	3	3	3	4	3	3	3	3.08	1	0
	73	3	4	3	3	3	3	3	3.08	1	0
	74	2	4	3	3	3	3	3	3.00	1	0
	75	3	4	3	3	3	3	2	2.92	1	0
	76	3	4	1	3	4	2	2	2.92	1	0
	77	3	2	3	3	2	2	1	2.08	1	0
	78	3	4	3	3	2	2	2	2.42	1	0
	79	3	3	3	3	3	2	3	2.83	1	0
	80	3	3	3	3	3	2	2	2.67	1	0
	81	1	3	2	3	3	3	0	2.25	1	0
	82	1	3	3	3	2	2	2	2.17	1	0
	83	2	3	2	3	4	2	3	3.00	1	0
	84	2	3	3	3	2	3	3	2.58	1	0
	85	3	4	3	3	3	3	3	3.08	1	0
	86	2	3	2	3	3	3	3	2.83	1	0
QUICHA GRANDE	87	2	1	2	3	3	2	3	2.50	1	0
	88	3	3	3	3	3	4	2	3.00	1	0
	89	2	3	2	3	2	2	3	2.33	1	0
	90	1	2	2	3	1	1	3	1.67	0	1
	91	2	2	2	3	2	2	2	2.08	1	0
	92	2	3	2	3	2	2	2	2.17	1	0
	93	2	1	3	3	2	2	2	2.08	1	0
	94	2	2	2	3	2	2	2	2.08	1	0
	95	2	4	3	3	4	2	3	3.17	1	0

96	2	2	2	3	2	2	1	1.92	0	1		
97	2	2	2	3	3	2	2	2.42	1	0		
98	2	2	3	3	3	2	2	2.50	1	0		
99	1	2	2	3	3	3	3	2.67	1	0		
100	2	2	3	3	2	2	1	2.00	1	0		
101	2	2	2	3	2	2	1	1.92	0	1		
102	3	3	3	3	2	3	3	2.67	1	0		
103	1	3	3	3	4	2	1	2.67	1	0		
104	2	3	1	3	4	2	2	2.75	1	0		
105	2	3	1	3	4	2	1	2.58	1	0		
106	2	3	3	3	2	2	1	2.08	1	0		
107	2	2	2	3	2	2	1	1.92	0	1		
108	2	2	3	3	2	2	1	2.00	1	0		
109	3	3	3	3	3	4	2	3.00	1	0		
110	2	3	3	3	2	2	1	2.08	1	0		
111	2	3	3	3	4	2	1	2.75	1	0		
112	2	3	3	3	2	2	2	2.25	1	0		
113	1	2	2	3	1	1	1	1.33	0	1		
114	2	2	2	3	2	2	2	2.08	1	0		
Promedio	2.52	2.75	2.18	3.01	2.78	2.21	2.62	2.6				
									Total	104	10	114
									Porcentaje (%)	91.2	8.77	100

**ANEXO 9.** Promedio de evaluación de la Sustentabilidad. Unidades productoras con tarwi. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2016-2017.

DIMENSIONES DE SUSTENTABILIDAD						
A	UPT	Indicadores			Grado de Sustentabilidad	
		Económico IK	Ecológico IE	Socio-Cultural ISC	SI	NO
ACOLLA	1	2.06	2.83	2.50	1	0
	2	2.44	2.83	2.83	1	0
	3	2.56	2.83	3.00	1	0
	4	2.25	2.83	2.50	1	0
	5	1.75	2.83	3.08	0	1
	6	2.06	2.61	2.83	1	0
	7	2.25	2.83	3.00	1	0
	8	2.38	2.83	3.00	1	0
	9	2.81	3.00	3.67	1	0
	10	2.25	2.83	2.83	1	0
	11	2.00	3.00	3.08	1	0
	12	2.38	2.78	2.83	1	0
	13	2.00	3.00	2.83	1	0
	14	2.50	3.00	3.50	1	0
	15	2.63	2.78	2.92	1	0
	16	2.50	3.00	3.33	1	0
	17	2.00	2.83	3.00	1	0
	18	2.50	3.00	3.33	1	0
	19	2.44	3.00	3.58	1	0
	20	2.19	3.00	3.58	1	0
	21	2.44	3.22	3.25	1	0
	22	2.13	3.00	2.83	1	0
	23	2.44	3.00	2.83	1	0
	24	2.44	3.00	3.58	1	0
	25	2.00	3.00	3.00	1	0
	26	1.13	3.00	2.50	0	1
	27	1.63	3.00	3.08	0	1
	28	1.75	3.00	2.83	0	1
	29	2.31	3.00	3.50	1	0
	30	2.25	2.78	3.17	1	0
	31	2.44	3.11	3.33	1	0
CRUZ PAMPA	32	1.63	2.44	1.83	0	1
	33	1.81	2.89	2.08	0	1
	34	2.31	2.94	2.42	1	0
	35	1.56	2.56	2.00	0	1
	36	2.06	2.44	2.17	1	0
	37	1.94	2.72	2.08	0	1
	38	2.19	2.61	3.25	1	0
	39	2.75	2.89	2.75	1	0
	40	2.94	2.72	2.67	1	0
	41	2.44	2.56	2.50	1	0
	42	1.50	2.61	2.25	0	1
	43	2.25	2.72	2.33	1	0
	44	2.50	2.17	1.33	0	1
	45	2.25	2.78	2.42	1	0
	46	2.19	2.56	2.00	1	0
	47	2.31	3.17	2.25	1	0
	48	1.69	2.89	2.17	0	1
	49	1.75	2.61	2.33	0	1
	50	2.38	2.78	2.00	1	0

	51	2.44	2.89	1.50	0	1
	52	2.31	2.89	2.17	1	0
	53	1.69	2.72	3.08	0	1
	54	2.06	2.89	1.92	0	1
	55	2.06	3.11	1.67	0	1
	56	1.75	2.61	2.25	0	1
	57	2.38	2.78	2.17	1	0
	58	2.19	2.56	2.33	1	0
	59	2.44	2.56	2.42	1	0
	60	1.81	2.56	2.42	0	1
	61	2.13	2.67	2.25	1	0
	62	2.38	2.78	2.58	1	0
HUALAHOYO	63	2.25	2.72	2.92	1	0
	64	2.69	3.11	3.08	1	0
	65	2.56	2.39	2.50	1	0
	66	1.94	2.67	2.33	0	1
	67	2.44	2.72	3.25	1	0
	68	2.50	2.67	3.00	1	0
	69	2.44	2.89	2.92	1	0
	70	2.81	2.67	3.33	1	0
	71	2.50	2.44	3.08	1	0
	72	2.50	3.11	3.08	1	0
	73	2.44	3.11	3.08	1	0
	74	2.56	3.11	3.00	1	0
	75	2.25	3.33	2.92	1	0
	76	2.44	2.50	2.92	1	0
	77	2.38	2.28	2.08	1	0
	78	1.75	3.11	2.42	0	1
	79	2.63	2.89	2.83	1	0
	80	2.25	3.11	2.67	1	0
	81	2.19	2.22	2.25	1	0
	82	1.69	2.83	2.17	0	1
83	2.00	2.50	3.00	1	0	
84	2.50	2.89	2.58	1	0	
85	2.19	3.11	3.08	1	0	
86	2.69	2.89	2.83	1	0	
QUICHA GRANDE	87	2.19	2.56	2.50	1	0
	88	2.00	2.89	3.00	1	0
	89	2.00	2.50	2.33	1	0
	90	2.50	2.22	1.67	0	1
	91	2.06	3.11	2.08	1	0
	92	2.31	2.61	2.17	1	0
	93	2.13	3.17	2.08	1	0
	94	1.75	3.06	2.08	0	1
	95	2.44	2.78	3.17	1	0
	96	2.19	2.61	1.92	0	1
	97	2.25	2.89	2.42	1	0
	98	2.69	2.89	2.50	1	0
	99	1.81	2.22	2.67	0	1
	100	2.06	2.78	2.00	1	0
	101	2.44	2.94	1.92	0	1
	102	1.50	2.89	2.67	0	1
	103	2.19	2.83	2.67	1	0
	104	1.75	2.78	2.75	0	1
	105	1.88	2.78	2.58	0	1
	106	2.19	2.83	2.08	1	0
	107	2.31	3.11	1.92	0	1
	108	2.25	3.11	2.00	1	0

109	2.25	2.89	3.00	1	0	
110	2.19	2.33	2.08	1	0	
111	2.06	2.94	2.75	1	0	
112	2.31	2.67	2.25	1	0	
113	2.00	2.61	1.33	0	1	
114	2.31	3.00	2.08	1	0	
Total				83	31	114
Porcentaje (%)				72.81	27.19	100.00

**ANEXO 10.** Datos originales del rendimiento de granos. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

Rendimiento de granos de tarwi											
A	R	T	RCR	Rha	A	R	T	RCR	Rha		
Matahufo	1	1	1	3.59	0.36	Cruz Pampa	3	1	1	10.11	0.83
	1	1	2	4.43	1.31		3	1	2	15.04	1.46
	1	1	3	2.61	0.58		3	1	3	13.56	1.88
	1	1	4	2.84	0.83		3	1	4	12.17	1.46
	1	2	1	3.33	0.48		3	2	1	11.90	1.29
	1	2	2	4.14	0.56		3	2	2	8.85	0.57
	1	2	3	3.09	0.94		3	2	3	11.10	1.48
	1	2	4	2.65	1.08		3	2	4	12.56	2.08
	1	3	1	4.57	0.94		3	3	1	13.34	0.46
	1	3	2	2.13	0.83		3	3	2	13.48	1.25
	1	3	3	4.02	1.35		3	3	3	14.48	0.73
	1	3	4	2.48	1.41		3	3	4	15.30	1.92
Acolla	2	1	1	7.80	1.15	EEA Santa Ana	4	1	1	13.44	1.15
	2	1	2	5.49	0.96		4	1	2	13.41	1.89
	2	1	3	10.44	1.81		4	1	3	14.58	1.20
	2	1	4	6.15	0.90		4	1	4	16.23	1.64
	2	2	1	10.83	1.88		4	2	1	15.57	1.20
	2	2	2	12.57	1.88		4	2	2	12.23	1.61
	2	2	3	11.47	0.73		4	2	3	12.83	1.59
	2	2	4	9.89	2.29		4	2	4	17.18	1.30
	2	3	1	9.65	1.56		4	3	1	15.55	1.29
	2	3	2	8.55	1.71		4	3	2	15.45	1.54
	2	3	3	8.00	1.98		4	3	3	12.39	1.09
	2	3	4	10.64	2.29		4	3	4	17.57	1.28

A: ambientes. R: repetición. T: tratamientos (genotipos). RCR: rendimiento esperado producto de los componentes de rendimiento. Rha: rendimiento ajustado de las parcelas en campo. t.ha<sup>-1</sup>.

**ANEXO 11a.** Datos originales de los componentes de rendimiento directos. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

A	R	T	Componentes de rendimiento										
			Número de plantas (2ml)				Vainas eje central						
			2ml1	2ml2	Np	Pha	nv1	nv2	nv3	nv4	nv5	$\bar{X}$	
Matahulo	1	1	1	15	16	31	96875	10	12	12	11	10	11.0
	1	1	2	19	19	38	118750	14	13	13	10	15	13.0
	1	1	3	16	18	34	106250	8	10	10	8	9	9.0
	1	1	4	16	17	33	103125	11	12	12	10	10	11.0
	1	2	1	17	18	35	109375	8	6	10	10	6	8.0
	1	2	2	17	17	34	106250	12	10	13	12	13	12.0
	1	2	3	17	17	34	106250	10	8	13	9	10	10.0
	1	2	4	18	16	34	106250	8	9	7	5	6	7.0
	1	3	1	18	17	35	109375	13	13	12	11	16	13.0
	1	3	2	17	18	35	109375	10	9	12	9	10	10.0
	1	3	3	16	17	33	103125	12	13	12	10	13	12.0
	1	3	4	17	18	35	109375	15	11	11	15	13	13.0
Acolla	2	1	1	17	15	32	100000	13	12	16	11	21	14.6
	2	1	2	21	16	37	115625	11	10	17	15	12	13.0
	2	1	3	21	18	39	121875	14	16	12	16	14	14.4
	2	1	4	18	16	34	106250	12	8	17	12	17	13.2
	2	2	1	22	19	41	128125	14	16	10	13	9	12.4
	2	2	2	18	17	35	109375	23	26	17	23	19	21.6
	2	2	3	17	19	36	112500	18	16	16	18	23	18.2
	2	2	4	19	18	37	115625	18	24	28	22	19	22.2
	2	3	1	22	19	41	128125	10	16	22	21	16	17.0
	2	3	2	19	17	36	112500	22	27	23	13	15	20.0
	2	3	3	21	17	38	118750	19	18	27	14	21	19.8
	2	3	4	21	20	41	128125	18	24	27	17	31	23.4
Cruz Pampa	3	1	1	18	17	35	109375	23	22	20	19	20	20.8
	3	1	2	22	18	40	125000	19	19	20	18	20	19.2
	3	1	3	21	20	41	128125	15	17	18	20	18	17.6
	3	1	4	19	18	37	115625	16	23	17	18	18	18.4
	3	2	1	20	21	41	128125	15	17	20	18	16	17.2
	3	2	2	21	20	41	128125	22	19	20	18	20	19.8
	3	2	3	19	21	40	125000	25	21	18	20	18	20.4
	3	2	4	21	20	41	128125	17	25	20	18	20	20.0
	3	3	1	21	20	41	128125	18	20	18	20	21	19.4
	3	3	2	20	21	41	128125	18	17	20	18	18	18.2
	3	3	3	20	21	41	128125	18	20	16	18	20	18.4
	3	3	4	21	19	40	125000	20	17	18	15	18	17.6
EEA Santa Ana	4	1	1	16	17	33	103125	22	18	16	15	17	17.6
	4	1	2	16	19	35	109375	20	16	18	18	18	18.0
	4	1	3	19	19	38	118750	16	18	16	18	17	17.0
	4	1	4	17	17	34	106250	26	18	20	22	22	21.6
	4	2	1	17	19	36	112500	18	16	15	16	17	16.4
	4	2	2	17	17	34	106250	20	18	16	18	18	18.0
	4	2	3	17	18	35	109375	18	18	16	15	17	16.8
	4	2	4	18	22	40	125000	18	16	19	16	17	17.2
	4	3	1	18	20	38	118750	16	18	16	16	16	16.4
	4	3	2	20	19	39	121875	20	18	17	18	19	18.4
	4	3	3	18	19	37	115625	18	16	16	17	18	17.0
	4	3	4	20	19	39	121875	19	17	18	18	18	18.0

A: ambientes. R: repetición. T: tratamientos (genotipos). ml: metro lineal. Np: plantas por 4 ml (3.2 m<sup>2</sup>). Pha: plantas por ha. nv: número de vainas (1...5).



**ANEXO 11b.** Datos originales de los componentes de rendimiento directos. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

A	R	T	Componentes de rendimiento														
			Vainas resto de planta							VTP	Granos por vaina					PCG	
			nv1	nv2	nv3	nv4	nv5	$\bar{x}$	gv1		gv2	gv3	gv4	gv5	$\bar{x}$		
Matahulo	1	1	1	27	26	27	28	27	27.0	38.0	3	5	4	4	4	4.0	24.4
	1	1	2	25	27	26	24	23	25.0	38.0	4	4	4	4	5	4.2	23.4
	1	1	3	15	16	13	14	16	14.8	23.8	4	5	4	5	4	4.4	23.5
	1	1	4	15	14	16	14	15	14.8	25.8	5	4	5	4	4	4.4	24.3
	1	2	1	25	27	28	22	23	25.0	33.0	3	5	3	4	4	3.8	24.3
	1	2	2	30	28	32	32	30	30.4	42.4	4	3	3	5	4	3.8	24.2
	1	2	3	22	18	25	23	22	22.0	32.0	4	4	4	4	3	3.8	23.9
	1	2	4	20	23	21	20	16	20.0	27.0	4	4	4	3	4	3.8	24.3
	1	3	1	30	28	32	31	29	30.0	43.0	3	4	5	4	4	4.0	24.3
	1	3	2	15	17	16	14	13	15.0	25.0	3	4	3	4	3	3.4	22.9
1	3	3	27	26	26	29	27	27.0	39.0	4	4	4	4	5	4.2	23.8	
1	3	4	10	13	12	8	7	10.0	23.0	4	5	3	5	4	4.2	23.5	
Acolla	2	1	1	64	48	54	57	46	53.8	68.4	4	5	5	4	7	5.0	22.8
	2	1	2	28	26	35	44	33	33.2	46.2	5	4	5	4	6	4.8	21.4
	2	1	3	126	34	42	38	52	58.4	72.8	6	6	5	6	4	5.4	21.8
	2	1	4	25	16	41	52	27	32.2	45.4	6	5	5	6	4	5.2	24.5
	2	2	1	45	65	66	55	50	56.2	68.6	4	5	6	5	6	5.2	23.7
	2	2	2	76	132	83	64	69	84.8	106.4	5	6	5	5	4	5.0	21.6
	2	2	3	113	53	42	64	91	72.6	90.8	6	6	4	5	5	5.2	21.6
	2	2	4	65	70	39	41	39	50.8	73.0	5	4	4	6	5	4.8	24.4
	2	3	1	34	54	71	61	54	54.8	71.8	4	3	5	5	6	4.6	22.8
	2	3	2	22	63	98	25	47	51.0	71.0	6	5	5	4	5	5.0	21.4
2	3	3	43	46	42	23	33	37.4	57.2	6	5	7	5	4	5.4	21.8	
2	3	4	49	32	33	41	67	44.4	67.8	6	5	4	5	5	5.0	24.5	
Cruz Pampa	3	1	1	45	65	68	58	60	59.2	80.0	4	5	5	4	7	5.0	23.1
	3	1	2	65	110	77	80	95	85.4	104.6	6	5	5	4	7	5.4	21.3
	3	1	3	75	63	60	59	72	65.8	83.4	4	6	5	6	6	5.4	23.5
	3	1	4	70	60	68	72	65	67.0	85.4	6	5	6	5	4	5.2	23.7
	3	2	1	62	70	82	65	70	69.8	87.0	4	6	4	4	5	4.6	23.2
	3	2	2	48	49	65	50	77	57.8	77.6	5	5	3	4	4	4.2	21.2
	3	2	3	48	59	65	70	65	61.4	81.8	5	4	4	5	5	4.6	23.6
	3	2	4	82	65	72	79	68	73.2	93.2	5	4	5	4	4	4.4	23.9
	3	3	1	75	60	56	60	58	61.8	81.2	5	6	5	5	7	5.6	22.9
	3	3	2	85	70	50	65	73	68.6	86.8	5	5	6	6	7	5.8	20.9
3	3	3	73	68	65	63	74	68.6	87.0	6	6	6	5	5	5.6	23.2	
3	3	4	72	80	65	74	68	71.8	89.4	5	6	6	7	5	5.8	23.6	
EEA Santa Ana	4	1	1	75	78	85	75	76	77.8	95.4	6	7	6	4	5	5.6	24.4
	4	1	2	90	85	80	80	84	83.8	101.8	7	5	5	6	5	5.6	21.5
	4	1	3	74	70	78	70	73	73.0	90.0	7	6	6	7	5	6.2	22.0
	4	1	4	85	75	92	88	85	85.0	106.6	5	6	6	7	5	5.8	24.7
	4	2	1	90	80	78	74	85	81.4	97.8	5	5	7	6	6	5.8	24.4
	4	2	2	111	90	85	92	95	94.6	112.6	6	5	4	6	3	4.8	21.3
	4	2	3	70	65	75	70	70	70.0	86.8	7	7	6	5	6	6.2	21.8
	4	2	4	89	92	80	79	85	85.0	102.2	6	5	5	7	4	5.4	24.9
	4	3	1	90	78	75	79	81	80.6	97.0	6	5	6	6	5	5.6	24.1
	4	3	2	90	88	85	90	89	88.4	106.8	6	5	6	5	6	5.6	21.2
4	3	3	70	72	72	65	71	70.0	87.0	5	6	6	6	5	5.6	22.0	
4	3	4	84	93	85	80	85	85.4	103.4	7	6	5	6	4	5.6	24.9	

A: ambientes. R: repetición. T: tratamientos (genotipos). nv: número de vainas (1...5). VTP: vainas totales por planta. gv: granos por vaina (1...5). PCG: peso de cien granos.

**ANEXO 12.** Datos originales de los componentes de rendimiento indirectos. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

A	R	T	DF	%E	Altura de planta						A	R	T	DF	%E	Altura de planta							
					p1	p2	p3	p4	p5	$\bar{x}$						p1	p2	p3	p4	p5	$\bar{x}$		
Matahufo	1	1	1	105	90	40	45	40	40	40	41.0	Cruz Pampa	3	1	1	128	90	148	153	154	152	153	152.0
	1	1	2	100	90	65	60	65	65	65	64.0		3	1	2	128	95	155	160	151	154	155	155.0
	1	1	3	105	90	75	60	60	65	65	65.0		3	1	3	128	90	160	158	165	160	162	161.0
	1	1	4	100	90	60	50	55	60	60	57.0		3	1	4	117	95	160	166	160	157	165	161.6
	1	2	1	105	90	60	55	65	68	63	62.2		3	2	1	139	95	152	150	151	155	150	151.6
	1	2	2	105	85	40	45	50	40	40	43.0		3	2	2	139	95	154	160	160	159	158	158.2
	1	2	3	105	80	60	60	55	65	60	60.0		3	2	3	128	95	165	165	170	166	167	166.6
	1	2	4	100	80	40	60	55	50	45	50.0		3	2	4	127	80	165	170	160	165	165	165.0
	1	3	1	105	85	30	40	35	30	27	32.4		3	3	1	139	90	165	160	160	162	161	161.6
	1	3	2	100	90	50	55	45	60	50	52.0		3	3	2	139	85	170	165	170	168	169	168.4
	1	3	3	105	90	50	60	55	60	50	55.0		3	3	3	128	98	170	164	165	165	169	166.6
	1	3	4	100	80	55	60	55	50	50	54.0		3	3	4	126	95	150	165	160	162	154	158.2
Acolla	2	1	1	95	95	160	160	170	162	165	163.4	EEA Santa Ana	4	1	1	86	90	150	145	140	155	150	148.0
	2	1	2	95	95	150	160	160	154	159	156.6		4	1	2	92	85	150	155	160	155	150	154.0
	2	1	3	100	90	160	165	170	162	168	165.0		4	1	3	92	90	160	155	160	155	150	156.0
	2	1	4	90	90	160	165	170	165	165	165.0		4	1	4	83	95	150	155	150	155	160	154.0
	2	2	1	100	90	150	160	160	155	158	156.6		4	2	1	86	95	165	155	150	160	155	157.0
	2	2	2	95	95	150	170	160	160	160	160.0		4	2	2	86	85	165	150	150	155	160	156.0
	2	2	3	95	90	160	160	150	155	158	156.6		4	2	3	86	95	155	150	155	160	150	154.0
	2	2	4	90	90	170	160	165	165	165	165.0		4	2	4	83	80	160	155	160	150	155	156.0
	2	3	1	100	95	170	160	150	163	157	160.0		4	3	1	92	90	150	155	145	155	150	151.0
	2	3	2	95	95	150	170	170	165	162	163.4		4	3	2	86	85	160	155	160	155	160	158.0
	2	3	3	100	95	170	170	160	165	168	166.6		4	3	3	92	98	155	160	150	165	160	158.0
	2	3	4	95	90	160	170	170	162	171	166.6		4	3	4	81	95	165	160	165	155	160	161.0

A: ambientes. R: repetición. T: tratamientos (genotipos). DF: días al 50% de floración. %E: porcentaje de emergencia.

**ANEXO 13.** Datos originales de daños por plagas insectiles, enfermedades foliares y heladas. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

A	R	T	GnA	Ct	Asp	Lh	Ul	Cg	Rs	Hp		Hg		
			%D	%D	%D	%D	%D	%D	%D	%D	Dt	%D	Dt	
Matahulo	1	1	1	20	20	0	5	15	5	5	10	3.32	10	2.08
	1	1	2	15	15	5	5	15	5	5	5	2.45	4	1.86
	1	1	3	15	15	5	5	10	0	0	10	3.32	6	2.08
	1	1	4	20	20	0	0	10	5	0	15	4.00	9	2.24
	1	2	1	15	15	5	5	10	5	0	5	2.45	10	1.86
	1	2	2	20	20	5	0	10	5	5	5	2.45	5	1.86
	1	2	3	15	15	40	5	10	5	0	10	3.32	7	2.08
	1	2	4	15	15	0	5	15	0	5	15	4.00	6	2.24
	1	3	1	15	5	5	0	10	0	0	10	3.32	10	2.08
	1	3	2	15	5	10	5	10	5	5	10	3.32	4	2.08
Acolla	2	1	1	5	10	5	10	20	10	5	10	3.32	7	2.08
	2	1	2	5	10	5	10	15	10	5	10	3.32	6	2.08
	2	1	3	0	10	0	15	15	10	5	10	3.32	6	2.08
	2	1	4	5	10	5	15	30	15	5	5	2.45	4	1.86
	2	2	1	5	0	0	15	15	10	0	15	4.00	8	2.24
	2	2	2	10	10	0	10	20	10	5	10	3.32	6	2.08
	2	2	3	10	10	5	10	20	5	0	15	4.00	5	2.24
	2	2	4	10	0	5	10	30	15	5	20	4.58	5	2.36
	2	3	1	0	10	5	10	10	15	0	10	3.32	8	2.08
	2	3	2	0	10	5	5	15	10	5	10	3.32	6	2.08
Cruz Pampa	3	1	1	0	10	5	5	10	5	5	20	4.58	23	2.36
	3	1	2	5	15	0	5	5	0	5	20	4.58	22	2.36
	3	1	3	5	10	5	5	10	5	0	20	4.58	28	2.36
	3	1	4	5	10	5	0	10	5	5	20	4.58	12	2.36
	3	2	1	5	10	5	5	10	5	0	20	4.58	22	2.36
	3	2	2	0	15	5	5	10	5	5	10	3.32	21	2.08
	3	2	3	0	20	5	0	10	5	0	15	4.00	25	2.24
	3	2	4	5	20	0	0	15	5	5	15	4.00	12	2.24
	3	3	1	5	10	0	5	15	5	5	30	5.57	23	2.56
	3	3	2	5	15	5	0	15	0	5	20	4.58	22	2.36
EEA Santa Ana	4	1	1	15	15	0	25	0	5	10	25	5.10	8	2.47
	4	1	2	20	20	5	20	5	5	10	15	4.00	6	2.24
	4	1	3	10	10	5	25	0	5	5	10	3.32	6	2.08
	4	1	4	10	10	5	25	0	55	15	10	3.32	11	2.08
	4	2	1	10	10	5	30	5	5	10	15	4.00	9	2.24
	4	2	2	20	20	5	20	0	0	5	10	3.32	5	2.08
	4	2	3	10	10	0	20	5	5	10	15	4.00	7	2.24
	4	2	4	20	20	0	25	5	0	15	10	3.32	8	2.08
	4	3	1	10	10	5	25	5	0	15	15	4.00	7	2.24
	4	3	2	15	15	5	20	0	5	10	10	3.32	6	2.08
4	3	3	5	10	5	15	5	0	5	10	3.32	6	2.08	
4	3	4	5	10	0	20	0	0	10	10	3.32	9	2.08	

A: ambientes. R: repetición. T: tratamientos (genotipos). %D: porcentaje de daño. GnA: gorgojito negro de los andes. Ct: *Copitarsia turbata*. Asp: *Agrotis* sp. Lh: *Liriomyza huidobrensis*. Ul: *Uromyces lupini*. Cg: *Colletotrichum gloeosporioides*. Rs: *Rhizoctonia solani*. Hp: heladas a la planta. Hg: heladas al grano.

**ANEXO 14.** Análisis de varianza para % de emergencia. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	FC	F-0.05	F-0.01	P-valor
Matahulo							
Bloque	2	79.167	39.583	2.714	5.143	10.925	0.145
Genotipo	3	50.000	16.667	1.143	4.757	9.780	0.405
Error	6	87.500	14.583				
Total	11	216.667	19.697				
	CV (%)	4.406					
	Promedio	86.667					
Acolla							
Bloque	2	12.500	6.250	1.800	5.143	10.925	0.244
Genotipo	3	41.667	13.889	4.000	4.757	9.780	0.070
Error	6	20.833	3.472				
Total	11	75.000	6.818				
	CV (%)	2.014					
	Promedio	92.500					
Cruz Pampa							
Bloque	2	3.167	1.583	0.036	5.143	10.925	0.965
Genotipo	3	28.917	9.639	0.220	4.757	9.780	0.879
Error	6	262.833	43.806				
Total	11	294.917	26.811				
	CV (%)	7.201					
	Promedio	91.917					
INIA-EEA Santa Ana-Hualahoyo							
Bloque	2	21.500	10.750	0.363	5.143	10.925	0.710
Genotipo	3	138.917	46.306	1.562	4.757	9.780	0.293
Error	6	177.833	29.639				
Total	11	338.250	30.750				
	CV (%)	6.032					
	Promedio	90.250					

**ANEXO 15.** Análisis de varianza para altura de planta. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	FC	F-0.05	F-0.01	P-valor
Matahulo							
Bloque	2	145.287	72.643	0.701	5.143	10.925	0.533
Genotipo	3	330.840	110.280	1.064	4.757	9.780	0.432
Error	6	621.860	103.643				
Total	11	1097.987	99.817				
	CV (%)	19.221					
	Promedio	52.967					
Acolla							
Bloque	2	43.447	21.723	2.095	5.143	10.925	0.204
Genotipo	3	63.013	21.004	2.026	4.757	9.780	0.212
Error	6	62.207	10.368				
Total	11	168.667	15.333				
	CV (%)	1.987					
	Promedio	162.067					
Cruz Pampa							
Bloque	2	79.487	39.743	1.884	5.143	10.925	0.232
Genotipo	3	145.957	48.652	2.306	4.757	9.780	0.177
Error	6	126.593	21.099				
Total	11	352.037	32.003				
	CV (%)	2.862					
	Promedio	160.483					
INIA-EEA Santa Ana-Hualahoyo							
Bloque	2	33.500	16.750	1.990	5.143	10.925	0.217
Genotipo	3	44.250	14.750	1.752	4.757	9.780	0.256
Error	6	50.500	8.417				
Total	11	128.250	11.659				
	CV (%)	1.869					
	Promedio	155.250					

**ANEXO 16.** Análisis de varianza para días al 50% de floración. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	FC	F-0.05	F-0.01	P-valor
Matahulo							
Bloque	2	4.167	2.083	1.000	5.143	10.925	0.422
Genotipo	3	56.250	18.750	9.000	4.757	9.780	0.012
Error	6	12.500	2.083				
Total	11	72.917	6.629				
CV (%)		1.402					
Promedio		102.917					
Acolla							
Bloque	2	16.667	8.333	1.500	5.143	10.925	0.296
Genotipo	3	91.667	30.556	5.500	4.757	9.780	0.037
Error	6	33.333	5.556				
Total	11	141.667	12.879				
CV (%)		2.460					
Promedio		95.833					
Cruz Pampa							
Bloque	2	165.500	82.750	8.788	5.143	10.925	0.016
Genotipo	3	313.000	104.333	11.080	4.757	9.780	0.007
Error	6	56.500	9.417				
Total	11	535.000	48.636				
CV (%)		2.351					
Promedio		130.500					
INIA-EEA Santa Ana-Hualahoyo							
Bloque	2	20.667	10.333	1.148	5.143	10.925	0.378
Genotipo	3	98.250	32.750	3.639	4.757	9.780	0.084
Error	6	54.000	9.000				
Total	11	172.917	15.720				
CV (%)		3.445					
Promedio		87.083					

**ANEXO 17.** Análisis de varianza para los componentes indirectos. Diseño Bloques Completos al Azar (combinado). Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Sig	F 0.05	F 0.01	p-valor
% de Emergencia								
Ambiente (A)	3	247.83	82.611	5.68	*	4.07	7.59	0.022099
Bloques/A	8	116.33	14.542	0.64	ns	2.36	3.36	0.7401262
Genotipo (G)	3	83.50	27.833	1.42	ns	3.86	6.99	0.2989036
GA	9	176.00	19.556	0.85	ns	2.30	3.26	0.5757386
Error conjunto	24	549.00	22.875					
Total	47	1172.67						
C.V. (%)	5.295							
Promedio	90.333							
Altura de planta								
Ambiente (A)	3	102002.66	34000.886	901.52	**	4.07	7.59	1.86E-10
Bloques/A	8	301.72	37.715	1.05	ns	2.36	3.36	0.4276629
Genotipo (G)	3	415.90	138.632	7.42	**	3.86	6.99	0.008337
GA	9	168.16	18.685	0.52	ns	2.30	3.26	0.8450519
Error conjunto	24	861.16	35.882					
Total	47	103749.60						
C.V. (%)	4.514							
Promedio	132.692							
Días al 50% de Floración								
Ambiente (A)	3	12675.17	4225.056	163.29	**	4.07	7.59	1.63011E-07
Bloques/A	8	207.00	25.875	3.97	**	2.36	3.36	0.004045572
Genotipo (G)	3	379.67	126.556	6.35	*	3.86	6.99	0.013358063
GA	9	179.50	19.944	3.06	*	2.30	3.26	0.013719975
Error conjunto	24	156.33	6.514					
Total	47	13597.67						
C.V. (%)	2.452							
Promedio	104.083							

**ANEXO 18.** Análisis de varianza para número de plantas por ha. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	FC	F-0.05	F-0.01	P-valor
Matahulo							
Bloque	2	4882812.500	2441406.250	0.070	5.143	10.925	0.933
Genotipo	3	80566406.250	26855468.750	0.767	4.757	9.780	0.553
Error	6	209960937.500	34993489.583				
Total	11	295410156.250	26855468.750				
CV (%)		5.527					
Promedio		107031.250					
Acolla							
Bloque	2	239257812.500	119628906.250	1.208	5.143	10.925	0.362
Genotipo	3	67545572.917	22515190.972	0.227	4.757	9.780	0.874
Error	6	594075520.833	99012586.806				
Total	11	900878906.250	81898082.386				
CV (%)		8.548					
Promedio		116406.250					
Cruz Pampa							
Bloque	2	162760416.667	81380208.333	2.885	5.143	10.925	0.132
Genotipo	3	67545572.917	22515190.972	0.798	4.757	9.780	0.538
Error	6	169270833.333	28211805.556				
Total	11	399576822.917	36325165.720				
CV (%)		4.258					
Promedio		124739.583					
INIA-EEA Santa Ana-Hualahoyo							
Bloque	2	209960937.500	104980468.750	2.115	5.143	10.925	0.202
Genotipo	3	68359375.000	22786458.333	0.459	4.757	9.780	0.721
Error	6	297851562.500	49641927.083				
Total	11	576171875.000	52379261.364				
CV (%)		6.177					
Promedio		114062.500					



**ANEXO 19.** Análisis de varianza para número de vainas del eje central. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	FC	F-0.05	F-0.01	P-valor
Matahulo							
Bloque	2	15.500	7.750	1.848	5.143	10.925	0.237
Genotipo	3	3.583	1.194	0.285	4.757	9.780	0.835
Error	6	25.167	4.194				
Total	11	44.250	4.023				
	CV (%)	19.051					
	Promedio	10.750					
Acolla							
Bloque	2	85.607	42.803	5.789	5.143	10.925	0.040
Genotipo	3	38.783	12.928	1.748	4.757	9.780	0.256
Error	6	44.367	7.394				
Total	11	168.757	15.342				
	CV (%)	15.554					
	Promedio	17.483					
Cruz Pampa							
Bloque	2	1.847	0.923	0.420	5.143	10.925	0.675
Genotipo	3	0.437	0.146	0.066	4.757	9.780	0.976
Error	6	13.193	2.199				
Total	11	15.477	1.407				
	CV (%)	7.839					
	Promedio	18.917					
INIA-EEA Santa Ana-Hualahoyo							
Bloque	2	4.580	2.290	1.832	5.143	10.925	0.239
Genotipo	3	9.320	3.107	2.485	4.757	9.780	0.158
Error	6	7.500	1.250				
Total	11	21.400	1.945				
	CV (%)	6.317					
	Promedio	17.700					

**ANEXO 20.** Análisis de varianza para número de vainas restantes por planta. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	FC	F-0.05	F-0.01	P-valor
Matahulo							
Bloque	2	40.580	20.290	0.555	5.143	10.925	0.601
Genotipo	3	242.463	80.821	2.210	4.757	9.780	0.188
Error	6	219.447	36.574				
Total	11	502.490	45.681				
	CV (%)	27.805					
	Promedio	21.750					
Acolla							
Bloque	2	1127.707	563.853	3.207	5.143	10.925	0.113
Genotipo	3	403.440	134.480	0.765	4.757	9.780	0.554
Error	6	1054.960	175.827				
Total	11	2586.107	235.101				
	CV (%)	25.273					
	Promedio	52.467					
Cruz Pampa							
Bloque	2	29.047	14.523	0.187	5.143	10.925	0.834
Genotipo	3	119.493	39.831	0.512	4.757	9.780	0.688
Error	6	466.367	77.728				
Total	11	614.907	55.901				
	CV (%)	13.055					
	Promedio	67.533					
INIA-EEA Santa Ana-Hualahoyo							
Bloque	2	16.380	8.190	0.883	5.143	10.925	0.461
Genotipo	3	542.730	180.910	19.516	4.757	9.780	0.002
Error	6	55.620	9.270				
Total	11	614.730	55.885				
	CV (%)	3.747					
	Promedio	81.250					

**ANEXO 21.** Análisis de varianza para número de granos por vaina. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	FC	F-0.05	F-0.01	P-valor
Matahulo							
Bloque	2	0.420	0.210	4.200	5.143	10.925	0.072
Genotipo	3	0.240	0.080	1.600	4.757	9.780	0.285
Error	6	0.300	0.050				
Total	11	0.960	0.087				
	CV (%)	5.590					
	Promedio	4.000					
Acolla							
Bloque	2	0.020	0.010	0.200	5.143	10.925	0.824
Genotipo	3	0.330	0.110	2.200	4.757	9.780	0.189
Error	6	0.300	0.050				
Total	11	0.650	0.059				
	CV (%)	4.428					
	Promedio	5.050					
Cruz Pampa							
Bloque	2	3.207	1.603	41.229	5.143	10.925	0.000
Genotipo	3	0.027	0.009	0.229	4.757	9.780	0.873
Error	6	0.233	0.039				
Total	11	3.467	0.315				
	CV (%)	3.842					
	Promedio	5.133					
INIA-EEA Santa Ana-Hualahoyo							
Bloque	2	0.140	0.070	0.663	5.143	10.925	0.549
Genotipo	3	0.677	0.226	2.137	4.757	9.780	0.197
Error	6	0.633	0.106				
Total	11	1.450	0.132				
	CV (%)	5.750					
	Promedio	5.650					

**ANEXO 22.** Análisis de varianza para peso de cien granos. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	FC	F-0.05	F-0.01	P-valor
Matahulo							
Bloque	2	0.605	0.302	2.342	5.143	10.925	0.177
Genotipo	3	1.180	0.393	3.045	4.757	9.780	0.114
Error	6	0.775	0.129				
Total	11	2.560	0.233				
	CV (%)	1.504					
	Promedio	23.900					
Acolla							
Bloque	2	0.107	0.053	0.649	5.143	10.925	0.556
Genotipo	3	17.209	5.736	69.767	4.757	9.780	0.000
Error	6	0.493	0.082				
Total	11	17.809	1.619				
	CV (%)	1.264					
	Promedio	22.692					
Cruz Pampa							
Bloque	2	0.232	0.116	19.857	5.143	10.925	0.002
Genotipo	3	12.342	4.114	705.286	4.757	9.780	0.000
Error	6	0.035	0.006				
Total	11	12.609	1.146				
	CV (%)	0.334					
	Promedio	22.842					
INIA-EEA Santa Ana-Hualahoyo							
Bloque	2	0.020	0.010	0.429	5.143	10.925	0.670
Genotipo	3	26.780	8.927	382.571	4.757	9.780	0.000
Error	6	0.140	0.023				
Total	11	26.940	2.449				
	CV (%)	0.661					
	Promedio	23.100					

**ANEXO 23.** Análisis de varianza para los componentes directos. Diseño Bloques Completos al Azar (combinado). Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Sig	F 0.05	F 0.01	p-valor
Número de plantas por ha								
Ambiente (A)	3	1919555664.06	639851888.021	8.30	**	4.07	7.59	0.00772426
Bloques/A	8	616861979.17	77107747.396	1.46	ns	2.36	3.36	0.2250751
Genotipo (G)	3	25024414.06	8341471.354	0.29	ns	3.86	6.99	0.83173175
GA	9	258992513.02	28776945.891	0.54	ns	2.30	3.26	0.82836121
Error conjunto	24	1271158854.17	52964952.257					
Total	47	4091593424.48						
C.V. (%)	6.298							
Promedio	115559.896							
Número de vainas del eje central								
Ambiente (A)	3	491.75	163.916	12.19	**	4.07	7.59	0.00236067
Bloques/A	8	107.53	13.442	3.58	**	2.36	3.36	0.00724901
Genotipo (G)	3	20.02	6.672	1.87	ns	3.86	6.99	0.20503393
GA	9	32.11	3.567	0.95	ns	2.30	3.26	0.50331425
Error conjunto	24	90.23	3.759					
Total	47	741.63						
C.V. (%)	11.959							
Promedio	16.213							
Número de vainas del resto de la planta								
Ambiente (A)	3	23470.53	7823.509	51.57	**	4.07	7.59	1.4098E-05
Bloques/A	8	1213.71	151.714	2.03	ns	2.36	3.36	0.08649934
Genotipo (G)	3	343.33	114.442	1.07	ns	3.86	6.99	0.41024455
GA	9	964.80	107.200	1.43	ns	2.30	3.26	0.22970197
Error conjunto	24	1796.39	74.850					
Total	47	27788.76						
C.V. (%)	15.519							
Promedio	55.750							
Número de granos por vaina								
Ambiente (A)	3	17.23	5.743	12.13	**	4.07	7.59	0.0023989
Bloques/A	8	3.79	0.473	7.75	**	2.36	3.36	4.1825E-05
Genotipo (G)	3	0.86	0.288	6.32	*	3.86	6.99	0.01353443
GA	9	0.41	0.046	0.75	ns	2.30	3.26	0.66497077
Error conjunto	24	1.47	0.061					
Total	47	23.76						
C.V. (%)	4.986							
Promedio	4.958							
Peso de cien granos								
Ambiente (A)	3	10.43	3.476	28.87	**	4.07	7.59	0.00012152
Bloques/A	8	0.96	0.120	2.00	ns	2.36	3.36	0.09015125
Genotipo (G)	3	40.94	13.647	7.41	**	3.86	6.99	0.00836143
GA	9	16.57	1.841	30.61	**	2.30	3.26	4.9857E-11
Error conjunto	24	1.44	0.060					
Total	47	70.35						
C.V. (%)	1.060							
Promedio	23.133							

**ANEXO 24.** Análisis de varianza, rendimiento de granos (componentes de rendimiento). Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	FC	F-0.05	F-0.01	P-valor
Matahulo							
Bloque	2	0.013	0.006	0.008	5.143	10.925	0.992
Genotipo	3	2.303	0.768	0.907	4.757	9.780	0.491
Error	6	5.081	0.847				
Total	11	7.397	0.672				
	CV (%)	27.674					
	Promedio	3.325					
Acolla							
Bloque	2	27.734	13.867	4.130	5.143	10.925	0.074
Genotipo	3	2.462	0.821	0.244	4.757	9.780	0.862
Error	6	20.145	3.357				
Total	11	50.340	4.576				
	CV (%)	19.726					
	Promedio	9.289					
Cruz Pampa							
Bloque	2	18.612	9.306	2.898	5.143	10.925	0.132
Genotipo	3	4.281	1.427	0.444	4.757	9.780	0.730
Error	6	19.270	3.212				
Total	11	42.163	3.833				
	CV (%)	14.159					
	Promedio	12.657					
INIA-EEA Santa Ana-Hualahoyo							
Bloque	2	1.744	0.872	0.514	5.143	10.925	0.622
Genotipo	3	25.002	8.334	4.910	4.757	9.780	0.047
Error	6	10.183	1.697				
Total	11	36.929	3.357				
	CV (%)	8.861					
	Promedio	14.702					

**ANEXO 25.** Análisis de varianza para rendimiento de granos (cosecha directa de campo). Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	FC	F-0.05	F-0.01	P-valor
Matahulo							
Bloque	2	0.352	0.176	1.808	5.143	10.925	0.243
Genotipo	3	0.419	0.140	1.436	4.757	9.780	0.322
Error	6	0.584	0.097				
Total	11	1.355	0.123				
CV (%)		35.020					
Promedio		0.891					
Acolla							
Bloque	2	0.990	0.495	1.503	5.143	10.925	0.296
Genotipo	3	0.218	0.073	0.220	4.757	9.780	0.879
Error	6	1.976	0.329				
Total	11	3.183	0.289				
CV (%)		36.005					
Promedio		1.594					
Cruz Pampa							
Bloque	2	0.234	0.117	0.490	5.143	10.925	0.635
Genotipo	3	1.523	0.508	2.129	4.757	9.780	0.198
Error	6	1.431	0.238				
Total	11	3.187	0.290				
CV (%)		38.039					
Promedio		1.284					
INIA-EEA Santa Ana-Hualahoyo							
Bloque	2	0.061	0.031	0.780	5.143	10.925	0.500
Genotipo	3	0.369	0.123	3.124	4.757	9.780	0.109
Error	6	0.236	0.039				
Total	11	0.667	0.061				
CV (%)		14.186					
Promedio		1.399					

**ANEXO 26.** Análisis de varianza para rendimiento de granos. Diseño Bloques Completos al Azar (combinado). Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Sig	F 0.05	F 0.01	p-valor
Rendimiento de Granos (Componentes de Rendimiento)								
Ambiente (A)	3	890.73	296.911	49.38	**	4.07	7.59	1.6609E-05
Bloques/A	8	48.10	6.013	2.64	*	2.36	3.36	0.03135268
Genotipo (G)	3	4.32	1.440	0.44	ns	3.86	6.99	0.73253717
GA	9	29.73	3.303	1.45	ns	2.30	3.26	0.22286277
Error conjunto	24	54.68	2.278					
Total	47	1027.56						
C.V. (%)		15.104						
Promedio		9.993						
Rendimiento de granos (cosecha directa de campo)								
Ambiente (A)	3	3.16	1.055	5.16	*	4.07	7.59	0.02831345
Bloques/A	8	1.64	0.205	1.16	ns	2.36	3.36	0.36132409
Genotipo (G)	3	1.45	0.483	4.03	*	3.86	6.99	0.04518482
GA	9	1.08	0.120	0.68	ns	2.30	3.26	0.71854256
Error conjunto	24	4.23	0.176					
Total	47	11.56						
C.V. (%)		32.486						
Promedio		1.292						

**ANEXO 27.** Análisis de varianza para efecto de heladas a la planta. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	FC	F-0.05	F-0.01	P-valor
Matahulo							
Bloque	2	0.376	0.188	0.903	5.143	10.925	0.454
Genotipo	3	2.006	0.669	3.212	4.757	9.780	0.104
Error	6	1.249	0.208				
Total	11	3.631	0.330				
	CV (%)	13.951					
	Promedio	3.271					
Acolla							
Bloque	2	1.538	0.769	3.327	5.143	10.925	0.107
Genotipo	3	0.332	0.111	0.478	4.757	9.780	0.709
Error	6	1.386	0.231				
Total	11	3.256	0.296				
	CV (%)	13.654					
	Promedio	3.521					
Cruz Pampa							
Bloque	2	2.430	1.215	9.503	5.143	10.925	0.014
Genotipo	3	1.007	0.336	2.626	4.757	9.780	0.145
Error	6	0.767	0.128				
Total	11	4.205	0.382				
	CV (%)	7.869					
	Promedio	4.544					
INIA-EEA Santa Ana-Hualahoyo							
Bloque	2	0.404	0.202	1.185	5.143	10.925	0.368
Genotipo	3	1.918	0.639	3.747	4.757	9.780	0.079
Error	6	1.024	0.171				
Total	11	3.345	0.304				
	CV (%)	11.184					
	Promedio	3.693					



**ANEXO 28.** Análisis de varianza para efecto de heladas al grano. Diseño Bloques Completos al Azar (individual) por localidades. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	FC	F-0.05	F-0.01	P-valor
Matahulo							
Bloque	2	0.046	0.023	0.705	5.143	10.925	0.531
Genotipo	3	1.586	0.529	16.140	4.757	9.780	0.003
Error	6	0.196	0.033				
Total	11	1.828	0.166				
CV (%)		6.362					
Promedio		2.844					
Acolla							
Bloque	2	0.011	0.006	0.483	5.143	10.925	0.639
Genotipo	3	0.510	0.170	14.395	4.757	9.780	0.004
Error	6	0.071	0.012				
Total	11	0.592	0.054				
CV (%)		4.135					
Promedio		2.627					
Cruz Pampa							
Bloque	2	0.058	0.029	5.534	5.143	10.925	0.043
Genotipo	3	4.612	1.537	294.343	4.757	9.780	0.000
Error	6	0.031	0.005				
Total	11	4.701	0.427				
CV (%)		1.573					
Promedio		4.594					
INIA-EEA Santa Ana-Hualahoyo							
Bloque	2	0.023	0.011	0.335	5.143	10.925	0.728
Genotipo	3	0.723	0.241	7.025	4.757	9.780	0.022
Error	6	0.206	0.034				
Total	11	0.952	0.087				
CV (%)		6.409					
Promedio		2.891					

**ANEXO 29.** Análisis de varianza para efecto de heladas. Diseño Bloques Completos al Azar (combinado). Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Sig	F 0.05	F 0.01	p-valor
Efecto de heladas a la planta								
Ambiente (A)	3	10.99	3.664	6.17	*	4.07	7.59	0.01773892
Bloques/A	8	4.75	0.594	3.22	*	2.36	3.36	0.01249436
Genotipo (G)	3	1.79	0.596	1.54	ns	3.86	6.99	0.26970252
GA	9	3.48	0.386	2.09	ns	2.30	3.26	0.07181122
Error conjunto	24	4.43	0.184					
Total	47	25.43						
C.V. (%)		11.431						
Promedio		3.757						
Efecto de heladas al grano								
Ambiente (A)	3	29.83	9.944	575.07	**	4.07	7.59	1.115E-09
Bloques/A	8	0.14	0.017	0.82	ns	2.36	3.36	0.59089447
Genotipo (G)	3	1.77	0.590	0.94	ns	3.86	6.99	0.46157423
GA	9	5.66	0.629	29.91	**	2.30	3.26	6.405E-11
Error conjunto	24	0.50	0.021					
Total	47	37.91						
C.V. (%)		4.477						
Promedio		3.239						

**ANEXO 30. SAS: Análisis AMMI. Diseño de Bloques Completos al Azar. Valle del Mantaro. Junín-Perú. 2015-2016.**

**Días al 50% de floración**

Análisis de varianza utilizando todos los datos

Procedimiento GLM

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
REP	3	1 2 3
ENV	4	1 2 3 4
GEN	4	E1 E2 E3 E4

Número de observaciones leídas 48  
 Número de observaciones usadas 48

Variable dependiente: FLR

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	17	13283.12500	781.36029	74.52	<.0001
Error	30	314.54167	10.48472		
Total corregido	47	13597.66667			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	FLR Media
0.976868	3.110980	3.238012	104.0833

Fuente	DF	Tipo IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
REP	2	48.79167	24.39583	2.33	0.1150
ENV	3	12675.16667	4225.05556	402.97	<.0001
GEN	3	379.66667	126.55556	12.07	<.0001
ENV*GEN	9	179.50000	19.94444	1.90	0.0903

Resultados de las sumas de cuadrados para los términos AMMI

SSAMMI	PORCENT	PORCENAC	DFAMMI	MSAMMI	F_AMMI	PROBF
163.307	90.9788	90.979	5	32.6614	3.11514	0.02211
14.242	7.9345	98.913	3	4.7475	0.45280	0.71723
1.951	1.0867	100.000	1	1.9507	0.18605	0.66931
0.000	0.0000	100.000	-1	-0.0000	-0.00000	.

Resultados de los scores para la graficación del Biplot

TYPE	NAME	FLR	DIM1	DIM2	DIM3
GEN	E1	106.667	0.53280	-0.51907	0.27203
GEN	E2	105.000	1.00000	0.44011	-0.15415
GEN	E3	105.333	-0.90626	0.40784	0.23113
GEN	E4	99.333	-0.62654	-0.32888	-0.34901
ENV	S1	102.917	-0.43248	-0.32319	-0.22744
ENV	S2	95.833	-0.32835	-0.13810	0.30329
ENV	S3	130.500	1.00000	-0.06036	-0.01365
ENV	S4	87.083	-0.23917	0.52165	-0.06220

**Peso de 100 granos (g)**

Análisis de varianza utilizando todos los datos

Procedimiento GLM

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
REP	3	1 2 3
ENV	4	1 2 3 4
GEN	4	1 2 3 4

Número de observaciones leídas 48  
 Número de observaciones usadas 48

Variable dependiente: PCG

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	17	68.57541667	4.03384804	68.32	<.0001
Error	30	1.77125000	0.05904167		
Total corregido	47	70.34666667			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	PCC Media
------------	----------	----------	-----------

0.974821      1.050367      0.242985      23.13333

Fuente	DF	Tipo IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
REP	2	0.63541667	0.31770833	5.38	0.0101
ENV	3	10.42833333	3.47611111	58.88	<.0001
GEN	3	40.94166667	13.64722222	231.15	<.0001
ENV*GEN	9	16.57000000	1.84111111	31.18	<.0001

Resultados de las sumas de cuadrados para los términos AMMI

SSAMMI	PORCENT	PORCENAC	DFAMMI	MSAMMI	F_AMMI	PROBF
11.2432	67.8525	67.853	5	2.24863	38.0855	4.0873E-12
4.2387	25.5803	93.433	3	1.41289	23.9303	.000000042
1.0882	6.5671	100.000	1	1.08817	18.4306	.000169688
0.0000	0.0000	100.000	-1	-0.00000	-0.0000	.

Resultados de los scores para la graficación del Biplot

TYPE	NAME	PCC	DIM1	DIM2	DIM3
GEN	1	23.7000	0.42270	-0.17750	0.67890
GEN	2	21.8583	-0.49768	-0.86301	-0.27936
GEN	3	22.7083	-0.92503	0.72465	0.01374
GEN	4	24.2667	1.00000	0.31586	-0.41329
ENV	S1	23.9000	-0.96237	-0.77891	0.14635
ENV	S2	22.6917	0.58005	-0.18008	-0.70416
ENV	S3	22.8417	-0.61768	0.99163	0.00527
ENV	S4	23.1000	1.00000	-0.03264	0.55255

## Daño por heladas al grano (%)

Análisis de varianza utilizando todos los datos

Procedimiento GLM

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
REP	3	1 2 3
ENV	4	1 2 3 4
GEN	4	1 2 3 4

Número de observaciones leídas      48  
 Número de observaciones usadas      48

Variable dependiente: HEG

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	17	37.29879626	2.19404684	108.26	<.0001
Error	30	0.60796630	0.02026554		
Total corregido	47	37.90676256			

R-cuadrado      0.983962      Coef Var      4.395046      Raíz MSE      0.142357      HEG Media      3.239035

Fuente	DF	Tipo IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
REP	2	0.03497362	0.01748681	0.86	0.4322
ENV	3	29.83346240	9.94448747	490.71	<.0001
GEN	3	1.77058793	0.59019598	29.12	<.0001
ENV*GEN	9	5.65977231	0.62886359	31.03	<.0001

Resultados de las sumas de cuadrados para los términos AMMI

SSAMMI	PORCENT	PORCENAC	DFAMMI	MSAMMI	F_AMMI	PROBF
5.23949	92.5742	92.574	5	1.04790	51.7084	0.000000
0.32766	5.7893	98.363	3	0.10922	5.3894	0.004348
0.09262	1.6365	100.000	1	0.09262	4.5704	0.040793
0.00000	0.0000	100.000	-1	-0.00000	-0.0000	.

Resultados de los scores para la graficación del Biplot

TYPE	NAME	HEG	DIM1	DIM2	DIM3
GEN	1	3.53408	0.00031	0.34860	0.29297
GEN	2	3.09147	-0.43558	-0.45739	0.11826
GEN	3	3.28328	-0.56473	0.19692	-0.29567

GEN	4	3.04730	1.00000	-0.08813	-0.11555
ENV	S1	2.84436	0.50475	0.47744	0.03121
ENV	S2	2.62732	-0.05852	-0.23320	0.35591
ENV	S3	4.59363	-1.00000	0.07684	-0.14124
ENV	S4	2.89083	0.55376	-0.32108	-0.24589