

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA



**“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y CAPACIDAD
SIMBIÓTICA DE ONCE ACCESIONES DE TARWI
(*Lupinus mutabilis* Sweet), BAJO CONDICIONES DE OTUZCO -
LA LIBERTAD”**

Presentado por:

LUIS ALEXANDER AGUILAR ANGULO

Tesis para optar el título de

INGENIERO AGRONOMO

Lima - Perú

2015

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y CAPACIDAD
SIMBIÓTICA DE ONCE ACCESIONES DE TARWI (*Lupinus
mutabilis* Sweet), BAJO CONDICIONES DE OTUZCO – LA
LIBERTAD”**

Presentado por:

LUIS ALEXANDER AGUILAR ANGULO

Tesis para optar el título de

INGENIERO AGRONOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Constantino Calderón Mendoza
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Amelia Huaranga Joaquín
PATROCINADOR

Dr. Félix Camarena Mayta
MIEMBRO

Dra. Doris Zúñiga Dávila
MIEMBRO

Lima - Perú

2015

DEDICATORIA

Con mucha gratitud y cariño:

A mi madre Haydee Angulo Hurtado por su apoyo, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles. A mi padre Luis Aguilar Yupanqui por su comprensión, guiarme por un buen camino y por apoyarme en todo momento de mi vida. Mis padres me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis tíos Jesús Angulo Hurtado y Pedro Angulo Hurtado por su inmenso y desinteresado apoyo durante mis estudios quienes aportaron en el cumplimiento de mi objetivo profesional, moral y espiritual.

A Judith Vilca, por su bondad y belleza de personalidad que admiro, por ser quien es, en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

- A la Ing. Amelia Huaranga Joaquín, patrocinadora y guía de esta tesis.
- Al Sr. Apolonio Rodríguez Muñoz y familia, por su completo apoyo, tiempo, generosidad y experiencia en el cultivo de tarwi durante la realización de la tesis.
- A la Blga. Clorinda Vergara y a los ingenieros Jorge Castillo, Vicente Rojas y Félix Camarena por su valiosa colaboración.
- A mis primos Katy Angulo, Paola Angulo, Isabel Angulo, Ángel Serrano, Valeria Serrano por su ayuda en todo momento.
- A mis amigos Ivana Serkovic, Pavel Córdova, Flavio Lozano, Deyner Vilca, Cristian Castro y Milton Reyes, por su desinteresado apoyo.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN LITERARIA	3
2.1. SITUACIÓN DEL CULTIVO DE TARWI EN EL PERÚ	3
2.2. ORIGEN Y TAXONOMÍA	3
2.2.1. Origen	3
2.2.2. Clasificación Taxonómica del Tarwi	4
2.2.3. Denominaciones o Nombres Comunes	5
2.3. IMPORTANCIA DEL GRANO	5
2.3.1. Valor Nutritivo	5
2.3.2. Alcaloides	6
2.3.3. Nodulación	7
2.4. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA	7
2.5. FENOLOGÍA DEL TARWI	9
2.6. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO	9
2.6.1. Temperatura	9
2.6.2. Precipitación	10
2.6.3. Humedad Ambiental	10
2.7. MANEJO AGRONÓMICO	10
2.7.1. Preparación del Terreno	10
2.7.2. Siembra, Época y Densidad	11
2.7.3. Fertilización y Abonamiento	11
2.7.4. Labores Culturales	12
2.7.5. Riego	12
2.7.6. Plagas	12
2.7.7. Enfermedades	13
2.7.8. Cosecha	14
2.8. ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO	14
III. MATERIALES Y METODOS	16
3.1. AMBIENTE EXPERIMENTAL	16
3.1.1. Ubicación	16

3.1.2. Historia de Campo	16
3.2. ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS	16
3.3. DATOS METEREOLÓGICOS	18
3.4. MATERIAL EN ESTUDIO	18
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	19
3.6. METODOLOGÍA	20
3.7. INSTALACIÓN Y MANEJO DEL EXPERIMENTO	21
3.7.1. Preparación del terreno, demarcación y trazado	21
3.7.2. Preparación de la semilla y siembra	21
3.7.3. Abonamiento	22
3.7.4. Deshierbos	22
3.7.5. Riegos	22
3.7.6. Control fitosanitario	22
3.7.7. Cosecha y trilla	23
3.8. CARACTERÍSTICAS EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO	24
3.8.1. El Rendimiento de Grano y sus Componentes	24
3.8.2. Capacidad Simbiótica de las Accesiones	26
3.8.3. Fenología de las Accesiones del Tarwi	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. RENDIMIENTO DE GRANO Y SUS COMPONENTES	28
4.1.1. Rendimiento de grano	28
4.1.2. Número de plantas a la cosecha	30
4.1.3. Días a la floración	30
4.1.4. Días a la Madurez de Cosecha	31
4.1.5. Altura de planta	34
4.1.6. Peso de 100 semillas	36
4.1.7. Inflorescencias laterales por planta	36
4.1.8. Número de vainas en la inflorescencias central	37
4.1.9. Número de vainas en la inflorescencia lateral	38
4.1.10. Número de vainas por planta	38
4.1.11. Longitud de vaina	39
4.1.12. Ancho de vaina	42
4.1.13. Espesor de vaina	42

4.1.14. Número de lóculos por vaina	43
4.1.15. Número de granos por vaina	43
4.1.16. Vigor	44
4.1.17. Ritmo de crecimiento	44
4.1.18. Color de flor	47
4.1.19. Plagas	47
4.1.20. Enfermedades	48
4.1.21. Acame	50
4.2. CAPACIDAD SIMBIOTICA DE LAS ACCESIONES	50
4.2.1 Peso fresco del follaje/planta (gr)	50
4.2.2 Peso fresco de raíz más nódulos (gr)	52
4.2.3 Peso seco de la raíz (gr)	55
4.3. FENOLOGÍA DEL TARWI O CHOCHO	55
V. CONCLUSIONES	57
VI. RECOMENDACIONES	59
VII. BIBLIOGRAFÍA	60
VIII. ANEXOS	63

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 01: SUPERFICIE COSECHADA, RENDIMIENTO, PRODUCCIÓN Y PRECIO EN CHACRA DEL TARWI REGISTRADO ENTRE EL AÑO 2000 Y 2012.	3
Cuadro 02: SUPERFICIE COSECHADA DEL TARWI, POR DEPARTAMENTO ENTRE EL AÑO 2010 Y 2012.	4
Cuadro 03: COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL TARWI Y SOYA (GR/100GR)	6
Cuadro 04: PORCENTAJE DE ALCALOIDES EN EL TARWI	7
Cuadro 05: PLAGAS PRESENTES EN EL CULTIVO DE TARWI (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet.)	13
Cuadro 06: ENFERMEDADES PRESENTES EN EL CULTIVO DE TARWI (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet.)	13
Cuadro 07: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO Y CARACTERIZACIÓN	17
Cuadro 08: MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LAS ACCESIONES EN ESTUDIO.	18
Cuadro 09: VARIABLES METEREOLÓGICAS REGISTRADAS EN EL PERIODO DE EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO DE TARWI EN EL 2012	19
Cuadro 10: CARACTERÍSTICAS EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUcido EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)	32
Cuadro 11: ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EVALUADAS DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUcido EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)	33
Cuadro 12: CARACTERÍSTICAS EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUcido EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)	40
Cuadro 13: ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EVALUADAS DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUcido EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)	41

Cuadro 14: CARACTERÍSTICAS EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUCTIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)	45
Cuadro 15: ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EVALUADAS DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUCTIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)	46
Cuadro 16: ESCALA DE CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS AGRONÓMICAS EVALUADAS DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUCTIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)	49
Cuadro 17: SUSCEPTIBILIDAD A LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LAS 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUCTIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)	51
CUADRO 18: RESULTADOS PROMEDIO DE LAS EVALUACIONES REGISTRADAS EN DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUCTIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)	53
Cuadro 19: ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS EVALUADAS DEL SISTEMA RADICULAR EN 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUCTIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)	54
Cuadro 20: ESTADOS FENOLÓGICOS DEL CULTIVO DE TARWI EN 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUCTIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)	56

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 01: MAPA DE DISTRIBUCION DE LAS COLECTAS DE TARWI	64
ANEXO 02: INSTITUCIONES QUE CONSERVAN GERMOPLASMA DE TARWI EN EL PERÚ	65
ANEXO 03: DISTRIBUCIÓN DE LOS BLOQUES, TRATAMIENTOS Y PARCELAS EN EL CAMPO EXPERIMENTAL OTUZCO – LA LIBERTAD	66
ANEXO 04: CEVICHE DE CHOCHO	67
ANEXO 05: SUPERFICIE COSECHADA Y RENDIMIENTO	68
ANEXO 06: PRODUCCION Y PRECIO EN CHACRA	69
ANEXO 07: RENDIMIENTO Y SUPERFICIE COSECHADA	70
ANEXO 08: PRODUCCION Y PRECIO EN CHACRA	71
ANEXO 09: TEMPERATURA MAXIMA Y MINIMA EN LA CAMPAÑA 2012	72
ANEXO 10: VELOCIDAD DEL VIENTO	73
ANEXO 11: LÁMINAS DE ACCESIONES DE TARWI UTILIZADOS Y EVALUADOS EN EL EXPERIMENTO	74

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el caserío de Cushcanday, distrito y provincia de Otuzco, Departamento de La Libertad. El material procede del germoplasma del Programa de Investigación de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la UNALM y el ecotipo local (testigo) que proviene de la misma localidad. La fecha de siembra del experimento se realizó el 06 de enero y se cosechó en octubre del 2012. El diseño bajo el cual se instaló el experimento fue Bloque Completo al Azar con 11 tratamientos y tres repeticiones, utilizando una parcela de 8.4 m². Los parámetros evaluados fueron el rendimiento y sus componentes para la caracterización agronómica, la fenología de las accesiones y la nodulación con cepas nativas.

Se realizó el análisis de variancia a un nivel de confianza de $\alpha=0.05$ y 0.01 determinando de esta manera su significación estadística, el coeficiente de variabilidad y el promedio de cada característica cuantitativa de las accesiones y para la prueba de comparación de medias de los tratamientos se utilizó la Prueba de Duncan con un nivel de significación de $\alpha=0.05$.

No se encontró significación estadística para el rendimiento de grano de las accesiones de tarwi evaluadas, sin embargo, la prueba de Duncan muestra que si que existe diferencias significativas en el rendimiento. La Accesoión 43 ocupó el mayor rendimiento con 1795 kg./ha seguido del accesoión PLGO 3 con 1642 kg/ha superando el promedio nacional que es 1216 kg./ha, mientras que el testigo Patón Grande obtuvo el menor rendimiento con 1191 kg./ha.

Los parámetros que resultaron con alta significación estadística fueron: días a la madurez y peso de 100 semillas. Mientras que los parámetros días a la floración y número de inflorescencias laterales fueron significativos. El accesoión Asunción obtuvo el mayor peso de 100 semillas con 28.67 gr. la cual difirió significativamente del testigo que registró 22.39 gr., mientras que la accesoión 30 alcanzó la mayor altura de planta a los 115 días después de la siembra con 117.66 cm y no tuvo diferencia significativa con el testigo.

La accesoión 43 fue la más precoz tanto en la floración como en los días a la madurez con 117 y 231 días, respectivamente un carácter muy importante para las condiciones actuales, pues el testigo es más tardío.

No se llegaron a encontrar diferencias significativas en los parámetros: altura de planta, número de plantas a la cosecha, número de vainas en la inflorescencia central y lateral, número de vainas totales por planta, longitud, ancho y espesor de la vaina, así como en el peso fresco del follaje, peso fresco de raíz más nódulos, peso fresco de raíz, peso fresco de nódulos y peso seco de raíz, lo cual nos indica que el comportamiento de las accesiones tiene en promedio valores no muy diferentes.

Con respecto al manejo sanitario, las plagas se controlaron a tiempo sin haber causado daño de importancia, hubo la presencia de una larva que barrena la raíz, que se apreció al momento de la floración ocasionando detención del crecimiento, amarillamiento progresivo, defoliación y caída de flores y fue identificado que pertenece a la familia Pyralidae (Sanchez, *et al.*, 1991) y confirmado por la bióloga Vergara (comunicación personal). Por otro lado, las enfermedades más frecuentes fueron la presencia de roya y alternaria que se registró en todas las accesiones. Los síntomas para el caso de la roya fue calificado como nivel medio de acuerdo al descriptor de Lupinos dada por IBPGR (1981) y para la alternaria se encontró un nivel ligero de tolerancia, salvo en la Accesoión 62 que no mostró daño alguno.

Todos las accesiones de tarwi evaluadas presentaron tumbado o acame con un nivel medio generado principalmente por efectos climáticos de alta precipitación y vientos ya que las plantas a la cosecha registraron alturas que variaron de 170 a 200 cm, así como las labores del aporque y por el daño de la larva barrenadora de las raíces y el efecto del quemado producido por antracnosis.

La fenología del cultivo de tarwi para las condiciones de Otuzco, La Libertad es la siguiente: Germinación (7 Días después de la siembra), Emergencia (15 dds), Cotiledonar (29dds), 1° Desarrollo (40dds), 2° Desarrollo 68 dds), Prefloración (88 dds), Floración (120 dds), Formación de Vainas (155 dds), Llenado de vainas (197 dds) y Cosecha (238 dds).

I. INTRODUCCIÓN

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una leguminosa que se cultiva ancestralmente en los Andes, su producción se ha ido perdiendo con el pasar de los años así como su consumo, pero debido a la riqueza nutricional esta se ha ido revalorando. El Ministerio de Agricultura reporta que en los últimos años la superficie cosechada de Tarwi en el Perú, ha variado siendo menor entre los años 1970 y 1975 y observándose incrementos en los años 1980 a 1985 hasta los 6 300 hectáreas, con rendimientos de hasta 850 kg/ ha, según el reporte del Ministerio de Agricultura y Alimentación. En el año 2 012 se registró una superficie cultivada de 9 657 hectáreas con rendimientos de hasta 1 216 kg/ ha, esto hace suponer que este cultivo va en continuo crecimiento.

Esta leguminosa de grano se cultiva en muchos países de la zona andina, encontrándose en Venezuela, Ecuador, Colombia, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. En el Perú su producción se centra en los departamentos de La Libertad, Cusco, Puno Huancayo, Cajamarca entre otras regiones.

El presente trabajo se realiza para revalorar y darle la importancia que tiene esta leguminosa de grano para ser tomado en cuenta como un cultivo que contribuye a la seguridad alimentaria por su alto valor nutritivo especialmente en la zona andina peruana, y también llegar a obtener la diversificación del valor agregado para ser un cultivo con oferta exportable y, de esta manera, contribuir en mejorar la calidad de vida de los productores de la zona de Otuzco, La Libertad.

Para ello el conocimiento de la fenología y las labores agronómicas a realizar son importantes para dar un buen manejo del cultivo del cual se puedan generar u obtener mejores rendimientos de grano que los actuales. Una de las necesidades básicas que nacen para mejorar lo mencionado es obteniendo ecotipos o accesiones que se adapten muy bien a las condiciones donde se va a producir.

Además es de gran importancia mencionar la capacidad que tiene esta leguminosa para fijar nitrógeno atmosférico en cantidades considerables, por ello es bueno para realizar rotación de cultivos en las zonas andinas restituyendo la fertilidad del suelo y evitar que este cultivo se vaya perdiendo con el pasar del tiempo e incentivar a la producción de esta leguminosa alimenticia.

Es así como el Programa de Investigación y Proyección Social en Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina ha planificado el estudio de accesiones de tarwi de diferente origen en condiciones de sierra norte con los objetivos siguientes:

1. Evaluar el rendimiento de grano de once accesiones de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Otuzco – La Libertad.
2. Determinar los componentes de rendimiento de grano de las accesiones evaluadas del tarwi.
3. Determinar la capacidad simbiótica de las cepas nativas de *Rhizobium* sp. de las once accesiones de Tarwi al estado de floración.
4. Evaluar la fenología de las accesiones de tarwi en estudio.

II. REVISIÓN LITERARIA

2.1. SITUACIÓN DEL CULTIVO DE TARWI EN EL PERÚ

Según el cuadro 01, la superficie cultivada en el 2012 fue 9657 hectáreas con rendimiento de 1216 kilogramos/hectárea teniendo un precio de chacra de 2.81 S./Kg y en el cuadro 02 se muestra que el departamento de La Libertad destaca con la mayor superficie con 3228 ha seguido de Cusco y Puno. (Ver Anexo 5 y 6).

Cuadro 01: Superficie cosechada, rendimiento, producción y precio en chacra del tarwi registrado entre el año 2000 y 2012.

AÑO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	RENDIMIENTO (kg/ha)	PRODUCCION (t)	PRECIO EN CHACRA (S./Kg)
2000	8,355	1,051	8,780	1.22
2001	9,079	1,087	9,867	1.21
2002	9,264	1,006	9,317	1.11
2003	8,732	1,059	9,245	1.06
2004	8,374	1,027	8,599	1.19
2005	8,712	1,088	9,480	1.28
2006	7,468	1,104	8,243	1.24
2007	7,476	1,132	8,461	1.4
2008	8,048	1,070	8,609	1.89
2009	9,302	1,102	10,251	2.66
2010	9,303	1,131	10,521	2.66
2011	9,750	1,160	11,306	2.66
2012	9,657	1,216	11,746	2.81

Fuente: MINAG (2012).

2.2. ORIGEN Y TAXONOMÍA

2.2.1. Origen

El origen aún no está totalmente definido, pero debido a su fácil adaptación y evidencias el género *Lupinus* presenta dos grandes regiones genéticas. Una de ellas se extiende en el área del Mediterráneo, es decir, desde el sur de Europa hasta África central y las alturas de Etiopía. La segunda región de origen abarca todo el continente americano, exceptuando las húmedas llanuras tropicales de la cuenca del Amazonas (Gross, 1982, citado por Camarena *et al.*, 2012).

Cuadro 02: Superficie cosechada del tarwi, por departamento entre el año 2010 y 2012.

DEPARTAMENTO	SUPERFICIE COSECHADA		
	2010	2011	2012
AMAZONAS	116	80	84
ANCASH	787	806	480
APURIMAC	317	486	557
AYACUCHO	112	284	438
CAJAMARCA	467	340	324
CUZCO	1,832	1,921	1,931
HUANCAVELICA	421	716	547
HUANUCO	527	554	519
JUNIN	19	32	53
LA LIBERTAD	3,235	3,055	3,228
PUNO	1,471	1,477	1,497

FUENTE: MINAG (2012).

Las plantas del género Lupinos fueron domesticadas tanto en el viejo mundo como en el nuevo. Este género comprende más de 300 especies, pero solo cuatro son de importancia para la agricultura: *L. albus*, *L. angustifolius*, *L. luteus* y *L. mutabilis*, este último es originario de la zona andina del Ecuador, Perú y Bolivia (Yorgancilar, 2009, citado por Camarena et al. 2012).

Se ha encontrado pequeñas áreas en el Estado de Táchira (Venezuela), volviendo aparecer su cultivo en el Departamento de Pasto (Colombia), hasta el altiplano boliviano (Potosí). Es un cultivo donde la mayor variabilidad genética se encuentra en los valles interandinos de Perú.

Los lupinos americanos cultivados son el *Lupinus mutabilis* Sweet en los Andes Sudamericanos, y el *Lupinus elegans* en México, ambos son los únicos lupinus que se usan como alimento en América. (Lezcano, 1994).

2.2.2. Clasificación Taxonómica del Tarwi

La clasificación taxonómica según Camarena *et al.* (2012) y Vilcapoma (2002) el Tarwi, es la siguiente:

Reino	Vegetal
División	Fanerógama
Clase	Dicotiledónea
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Tribu	Genisteae
Género	Lupinus
Especie	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet

2.2.3. Denominaciones o Nombres Comunes

Existen diversas denominaciones a lo largo de muchos países, de los cuales todos son válidos. Tapia (2 007), menciona Lupino, lupino amargo en español; chocho (norte de 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).

2.3. IMPORTANCIA DEL GRANO

2.3.1. Valor Nutritivo

El valor nutritivo es muy importante en esta leguminosa, donde el tarwi es rico en proteínas y grasas razón por la cual debería ser más utilizado en la alimentación humana y su contenido proteico es incluso superior al de la soya (cuadro 03), por ello la proteína del tarwi es una excelente opción para sustituir o reducir el consumo de proteína animal y evitar así los problemas de salud (Camarena *et al.*, 2 012). Además agrega que el calcio se localiza principalmente en la cáscara del grano, siendo recomendable su consumo en forma integral (sin pelar), el consumo de tarwi nos

provee de 77.5 mg del calcio total que necesita nuestro organismo diariamente, y este elemento es de vital importancia, cuya función es la construcción de los huesos.

Por otro lado, Gross (1 982) menciona que el tarwi tiene un contenido medio de 38% de proteínas del grano en base a peso seco y con un contenido medio de aceite del 20%. También, Mamani (1 982) hace referencia que estudios de investigación en el campo nutricional que se realizan en el Instituto Nacional de Salud demuestran el alto contenido proteico (35 – 40%), y de aceite (15 – 25%). Dicha variación de los resultados en varios autores va a depender del ecotipo y la zona donde se cultiva el tarwi.

Cuadro 03: Comparación de la composición del tarwi y soya (gr/100gr)

COMPONENTE	TARWI	SOYA
Proteína	44.3	33.4
Grasa	16.5	16.4
Carbohidratos	28.2	35.5
Fibra	7.1	5.7
Ceniza	3.3	5.2
Humedad	7.7	9.2

Fuente: Gross *et al.* 1988

2.3.2. Alcaloides

La presencia de alcaloides en el Tarwi, que son tóxicos y dan sabor extremadamente amargo a la semilla, es la razón por la que se ha priorizado el desarrollo de un proceso de desamargado. Se considera que un contenido de 0.02% de alcaloides remanentes después del desamargado es el límite que se puede aceptar como seguro para el consumo humana (Gross *et al.*, 1 976 citado por Tapia 2 007).

Por otro lado Cerrate *et al.*, 1 981 menciona que el contenido de alcaloide en el grano están en una proporción del 0.09 a 4.45%, afortunadamente esos alcaloides (aspartéina, lupanina) son hidrosolubles (cuadro 04).

Cuadro 04: Porcentaje de alcaloides en el tarwi

ALCALOIDES	PORCENTAJE (%)
Lupanina	60.0
13-Hidroxylyupanina	15.0
Esparteína	7.5
4-Hidroxylyupanina	9.0
Isolupanina	3.0

Fuente: Jarrín, 2 003

2.3.3. Nodulación

Como en la mayoría de las leguminosas, la simbiosis entre la planta de lupino y las bacterias noduladoras, que viven en las raíces, tienen gran importancia. Los *Rhizobium* fijan el nitrógeno del aire y proporcionan a la planta sales nutrientes nitrogenadas. La formación de estos nódulos comienza a partir del quinto día después de la germinación (Gross, 1 982).

Los nódulos pueden alcanzar un diámetro de hasta 3 cm; y se encuentran de preferencia en la raíz primaria, por encima de la ramificación, así como en las raíces secundarias. Cada planta puede producir hasta 50g de nódulos en sus raíces (Cerrate y Camarena, 1981).

2.4. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA

El chocho es una planta anual, de crecimiento erecto por lo general herbáceo, del cual puede llegar desde los 0.8 m hasta más de dos metros en las plantas más altas, de acuerdo a la adaptación a la que se encuentre y el manejo.

La raíz, se caracteriza por ser de bastante grosor y pivotante llegando hasta los 3 metros de profundidad. El aspecto más resaltante es la presencia en las raíces de un gran número de nódulos, pesando unos 50 gramos por planta, con bacterias llamadas *Rhizobium*, que pueden fijar nitrógeno del aire y que aportan entre 40 y 80 kg/ha de nitrógeno (Tapia, 2 007).

Estos nódulos encuentran en la raíz primaria, y la formación de estos nódulos comienza a partir del quinto día después de la germinación.

La FAO cita a Meza (1 974) y a Bernal (1 982) donde menciona que la raíz se desarrolla un proceso de simbiosis con bacterias nitrificantes que forman nódulos de variados tamaños (1 a 3 cm). Los suelos con presencia de bacterias inician la formación de nódulos a partir del quinto día después de la germinación. Bernal, encontró cepas de *Rhizobium lupini* con gran efectividad y su presencia en el eje central de la raíz estuvo altamente correlacionada con plantas más vigorosas y productivas.

El tallo, por lo general es de forma cilíndrica, grueso, leñoso y ramificado (de acuerdo al ecotipo que presente esta puede ser ramificado o no ramificado). El color puede variar de verde a gris castaño dependiendo del grado de leñosidad que alcance. Esta alcanza entre 0.5 a 2m. siendo el valor promedio aproximado de 1m. (Camarena *et al.*, 2 012)

Las hojas, tienen forma de láminas de tipo digitado con un número variable de folíolos de 5 a 12, ya sea ovalada o lanceolada (Tapia, 2 007).

Las Flores e Inflorescencias muestran una pigmentación en la corola que puede ser de color blanca, crema, amarilla, rosada, púrpura, azul púrpura hasta morada. Los diferentes colores se deben a antocianinas y flavonas, además la flor presenta 5 pétalos, un estandarte, dos quillas y dos alas (Bruecher, 1 970; citado por Gross, 1 982). Cada inflorescencia puede tener entre 20 y 80 flores en el caso del lupino blanco. El número de flores por racimo es mayor en el primer nivel de floración, disminuyendo paulatinamente hasta el último nivel (Camarena *et al.*, 2 012).

La quilla ciliada envuelve al pistilo y a los 10 estambres monodelfos. Las anteras son de dos tamaños dispuestas alternadamente. El estilo es encorvado y el cáliz presenta un borde dentado muy pubescente. Además menciona que el Tarwi presenta una proporción de polinización cruzada de aproximadamente 5 a 10%; sin embargo, puede alcanzar mucho más del 10% según el ecotipo y las condiciones ambientales. Con ello el Tarwi se sitúa entre el clásico ejemplo de autopolinización y de polinización cruzada, hecho que se debe tener en cuenta en el trabajo práctico de mejoramiento (Lezcano, 1 994).

Las flores son autógamas en principio, en oposición a *L. luteus*, *L. albus*, *L. angustifolius* que son alógamas.

El fruto, mide entre 7 y 15 cm de largo y entre 1.5 y 2.5 cm de ancho; al estado de madurez es una vaina plana y se presenta agudizadas en forma de curva en los extremos. La vaina puede tener una a ocho semillas.

2.5. FENOLOGÍA DEL TARWI

En la publicación de Caicedo y Peralta (2001) dan a conocer la fenología del tarwi. Además las etapas fenológicas descritas por Gross (1982) según lo señalan Rivadeneira (1999) y FAO (1990) consideran dos etapas o fases durante su ontogenia, la fase vegetativa que involucra el apareamiento de hojas verdaderas hasta la presencia de la inflorescencia y la fase reproductiva desde el inicio de la floración hasta la madurez completa de la vaina.+

2.6. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

2.6.1. Temperatura

El tarwi es un cultivo que se adecua más a ambientes normalmente fríos donde se cultiva en Perú y Bolivia hasta en alturas de más de 4000 m.s.n.m. por lo mismo que existen ecotipos que sobreviven a temperaturas por debajo de los -9.5 °C (Gross, 1982). Sin embargo esto va a depender mucho de qué fase fenológica se encuentre el tarwi, tal es así que en estado de plántulas son susceptible a heladas, sin embargo se puede encontrar campos con este cultivo en zonas de incidencia de heladas con temperaturas por debajo de -4 °C al final de la época de floración (Tapia, 2007).

Durante el crecimiento la temperatura óptima durante el día oscila entre 20 y 25 °C. Temperaturas por encima de los 28 °C interfieren en el óptimo desarrollo de la planta. Para favorecer el desarrollo de los granos, especialmente para la formación de sustancias de reserva (aceite) se requiere una temperatura nocturna relativamente baja, por debajo de los 9.5 °C, condición que se da en la región de origen del *L. mutabilis*. De lo contrario gran parte de las sustancias de reserva formadas durante el día se metabolizarían en la noche, si hubiera temperaturas elevadas. Por este motivo, disminuyó la producción de aceite en el Tarwi que se cultiva en Europa Central (Gross, 1982).

Así mismo Carrión (1988), menciona que el tarwi no es muy resistente a las heladas tempranas, sí lo es a las heladas tardías y a las bajas temperaturas tardías.

2.6.2. Precipitación

El tarwi es un cultivo bajo lluvia donde no depende de riegos programados a cantidades dadas o láminas de riego según ciclo vegetativo sino de acuerdo a lo que la naturaleza determina. El tarwi debe tener entre 500 y 700 mm de lluvia, del cual el período donde se requiere mayor cantidad de agua es en la formación de flores y frutos (Gross, 1 982). Además Carrión (1988) menciona que el tarwi necesita de muy poca agua y puede crecer en terrenos considerados inútiles para la agricultura.

2.6.3. Humedad Ambiental

Por lo general el tarwi se abastece de agua en las épocas lluviosas, es decir, en condiciones de lluvia.

El tarwi es susceptible al exceso de humedad y moderadamente susceptible a la sequía durante la floración y llenado de vainas (Camarena et al. 2012). Se debe tener en cuenta que problemas de sequía en etapas de floración pueden provocar la caída de flores y frutos, del mismo modo la caída de granizo produce la abscisión de las flores y lesión en las vainas (Mamami, 1 982).

2.7. MANEJO AGRONÓMICO

2.7.1. Preparación del Terreno

El cultivo de tarwi en el país se lleva a cabo en suelos con labranza cero (terrenos en descanso) y solo remueven el suelo con herramientas como la lampilla y picota para la siembra. También siembran el cultivo después de cosechar la papa en forma aleatoria sin distribución y orden alguno (apreciación personal del suscrito).

La preparación del suelo es el punto de partida para el inicio de una campaña de cualquier cultivo en general, a partir de ello uno se proyecta a llegar a obtener buenos rendimientos. Por un tema de reducción de costos de producción así como reducir problemas de erosión del suelo sea por viento o agua es de preferencia utilizar una labranza mínima o cero.

2.7.2. Siembra, Época y Densidad

La siembra es de mucha importancia ya que desde ahí se ve el éxito de una buena cosecha. La siembra se efectúa en condiciones generalmente de lluvia, en forma tradicional, en parcelas muy pequeñas y aisladas. La siembra se realiza al voleo, sin embargo puede ser en surcos (50 – 60 cm), o en golpes sin remoción del suelo en lo que se podría llamar siembra directa o sin voleo del terreno. Los mejores rendimientos se obtienen con el método de surcos, en el que se emplea entre 60 – 80 kg /ha de semilla (Tapia, 2 007)

Camarena (*et al.*, 2012) del Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina mencionan que en el Callejón de Huaylas, se recomienda sembrar de la siguiente forma:

- a) Ecotipos precoces (de cinco a seis meses de periodo vegetativo).

Modalidad de siembra: en surcos y golpes

Distanciamiento entre surcos: 0.80 m

Distanciamiento entre golpes: 0.30 m

Nº de semillas por golpe: cinco para luego desahijar a tres por cada golpe que equivale a 125. 000 plantas /ha.

- b) Ecotipos tardíos (más de seis meses de periodo vegetativo).

Modalidad de siembra: en surcos y golpes

Distanciamiento entre surcos: 0.80 m

Distanciamiento entre golpes: 0.60 m

Nº de semillas por golpe: cinco para luego desahijar a tres por cada golpe que equivale a 62. 500 plantas /ha.

2.7.3. Fertilización y Abonamiento

Por lo general el tarwi no requiere de fertilización, en los andes liberteños no usan ningún tipo de fertilización lo que habitualmente es la aplicación de guano de corral. Para otros casos Caicedo (*et al.*, 2 010) del INIAP en Ecuador mencionan la aplicación de 60 kg/ha de P₂O₅ a la siembra. Para el caso del nitrógeno se usa guano

de corral además no se requieren de altas dosis debido a que es una leguminosa que recoge nitrógeno del aire y lo fija en el suelo (Camarena *et al.*, 2012). El tarwi puede fijar hasta 100 kg/ha de nitrógeno restituyendo la fertilidad del suelo (Jacobsen *et al.*, 2007).

2.7.4. Labores Culturales

El Tarwi requiere de poca atención, salvo en las primeras semanas después del brote, cuando se con una labor de limpieza del terreno, además se puede efectuar junto con el desahíje, para dejar tres plantas por golpe.

2.7.5. Riego

El riego es uno de los factores ambientales más importante ya que de ello se genera una buena germinación, un buen crecimiento de la planta, una buena floración, llenado de vainas y por ende un buen rendimiento. Gross y von Baer (1981) citado por la FAO señalan que los requerimientos de humedad dependen de los ecotipos esto debido a que el tarwi se cultiva bajo lluvia, por lo que sus necesidades hídricas oscilan entre 400 a 800 mm. También la planta es susceptible a sequías durante la formación de flores y frutos, afectando seriamente la producción.

2.7.6. Plagas

El cultivo del tarwi presenta en sus primeros estadíos cortadores a nivel del cuello de la planta entre ellos *Feltia* spp. y *Agrotis* sp., además es muy común la presencia de adultos de *Astylus* en la época de floración alimentándose del polen de la flor del tarwi. La presencia del gusano celeste del tarwi que pertenece a la familia *Pyralidae* (Sánchez *et al.*, 1991) es una de las plagas que viene tomando importancia durante los últimos años ya que pueden disminuir la producción hasta en un 20%, alimentándose principalmente de la médula de la raíz, éstas pueden llegar a encontrarse entre 4 a 5 larvas por planta. Dentro de las más importantes plagas presentes en el tarwi se muestran en el cuadro 05.

Cuadro 05: Plagas presentes en el Cultivo de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.)

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	ATAQUE
Insectos del suelo: Cortadores	<i>Feltia spp.</i> <i>Agrotis sp.</i>	Larvas cortan plántulas
Gusano peludo de la Semilla	<i>Copitarsia turbata</i> <i>Astylus spp</i>	Larva corta cotiledones y raíz, adulto come polen.
Barrenadores: gorgojo barrenador	<i>Apion spp.</i>	Galería en la base del tallo
Minador de hojas	<i>Liriomyza spo.</i>	Minan hojas
Picadores: Trips	<i>Frankliniella spp.</i>	Perforan hojas y castran flores.
Cigarritas	<i>Bergalia</i>	Consumen savia y transmiten Virus.
Masticadores:		
Lorito	<i>Diabrotica spp.</i>	Comedores de hojas.
Carhua	<i>Epicauta spp</i>	

Fuente: Frey y Yabar, 98dn; Julio 1980, citado por Camarena *et al.*, 2012, y la FAO (2007) y Sánchez *et al.*, 1991

2.7.7. Enfermedades

El tarwi es una planta relativamente tolerante a enfermedades fungosas; sin embargo, en condiciones ambientales húmedas se pueden presentar problemas como la roya y la antracnosis. Frey y Yabar (1983) describen las principales enfermedades y plagas del tarwi en Perú (cuadro 06).

Cuadro 06: Enfermedades presentes en el Cultivo de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.)

NOMBRE COMUN	PATOGENO	CONTROL
Antracnosis	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Desinfección de semillas
Quemado del tallo	<i>Ascochyta sp.</i>	Drenaje
	<i>Phoma lupini</i>	Rotación de cultivos
Marchitez	<i>Rhizoctonia solani</i> (plantas jóvenes) <i>Fusarium oxysporum</i> (plantas adultas)	Rotación de cultivos.
Roya	<i>Uromyces lupini</i>	Rotación de cultivos.
Mancha anular	<i>Chrysocelis lipinicola</i>	Innecesario
Pudrición de la base del tallo	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Rotación de cultivos.

Fuente: Frey y Yábar, 1983; Luglio, 1980, citado por Camarena *et al.*, 2012 y la FAO (2007)

2.7.8. Cosecha

Una vez que las vainas adquieren una coloración amarillenta, las plantas son arrancadas y colocadas en ramas con el fin de terminar el secado, para luego continuar con el trillado y así finalmente obtener el grano (Tapia, 2 007).

La cosecha se realiza cuando las vainas de la segunda floración están amarillas; además no se debe de esperar las demás floraciones, porque las heladas no dejan madurar a estas vainas y en consecuencia se produce un retraso en la cosecha. Además es recomendable cortar las plantas y no arrancarlas ya que las raíces se quedan en el suelo junto con el nitrógeno para utilizarlo en la próxima campaña (Mamani, 1 982).

2.8. ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO

Cerrate y Camarena (1981) evaluando 16 colecciones de tarwi en la campaña 77/78 en las localidades de Acco (Huaraz) y Malpaso (Carhuaz), encontraron que el rendimiento de grano seco en promedio de las dos localidades varía de 877 y 341 kg/ha, la floración varió entre 136 y 84 días, y la madurez de cosecha se presentó en promedio a los 226 y 242 días después de la siembra. El promedio de vainas por planta varió de 34 a 70 y el peso de 100 semillas registrado varió de 12 a 20 gramos.

Así mismo, se encontró alta significación estadística para la fuente de tratamientos en las localidades de Acco y Malpaso para el carácter de rendimiento de grano con un coeficiente de variación de 28 y 32%, respectivamente. También se halló alta significación estadística en el análisis de variancia combinado para la fuente variedad por localidad para el carácter rendimiento de grano.

Comparando 10 variedades de tarwi realizados en las localidades de Chiquián(Sierra Norte) y Jauja (Centro del Perú), Castañeda (1988) encontró en la localidad de Chiquián los más altos rendimientos en las variedades Ancash 001, Compuesto 12, H6 y Compuesto 14 con 1, 485.0; 1, 465.8; 1, 321.1 y 1, 274.0 kg/ha respectivamente. Para la localidad de Jauja se encontró con los más altos rendimientos a las variedades Compuesto 22-1 y H6 con 1, 753.4 y 1, 483.0 kg/ha, respectivamente. En ambos casos no muestran diferencias significativas entre ellas.

Además, se encontró una alta significación estadística en el análisis combinado del rendimiento de grano y la localidad que presentó condiciones más favorables para

la expresión de las características agronómicas de los ecotipos de tarwi fue la localidad de Chiquián.

Mendoza (2014), evaluando la adaptabilidad de 10 ecotipos de tarwi en condiciones del distrito de Shupluy, provincia de Yungay encontró que el ecotipo con mayor rendimiento fue el Tarwi Yanamucllo – PGLO con 571.8 kg/ha. Por otro lado, el tarwi dulce PLGO fue el ecotipo más precoz con 73 días después de la siembra y el más tardío el ecotipo Vicos (Testigo) con 112 días después de la siembra.

Ayma (2011) en un estudio de investigación determinó el rendimiento del Compuesto de Tarwi durante dos épocas de siembra en la comunidad de Racchi – Huayllbamba en la provincia de Urubamba, Cusco halló que el rendimiento de grano seco por hectárea de la variedad local tiene 741.56 Kg/ha el cual es superior a la variedad multilínea (compuesto precoz) con rendimiento de 437.36 Kg/ha con un coeficiente de variabilidad 21.83%. Por otra parte establece que en la primera época el rendimiento de grano seco es de 1105.16 Kg/ha, el cual es superior estadísticamente a la segunda época de siembra con un rendimiento de 477.03 Kg/ha del mismo modo afirma que la segunda época de siembra es superior a la tercera época que alcanzó un rendimiento de 136.2 Kg/ha.

Además, en la primera época el rendimiento de grano seco permite establecer que la variedad local (testigo), tiene un rendimiento de 1376.88 Kg/ha el cual es superior estadísticamente al compuesto precoz con rendimiento de 833.44 Kg/ha, al 99% de confianza, mientras que en la segunda época la variedad local rindió 617.6 Kg/ha, el cual es superior al compuesto precoz cuyo rendimiento de grano fue 336.46 Kg/ha.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 CAMPO EXPERIMENTAL

3.1.1 Ubicación

El presente ensayo fue realizado en el Caserío de Chuscada, distrito de Esquila, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, cuya ubicación es la siguiente:

Latitud: 7° 51' 25.48" S

Longitud: 78° 26' 19.84" O

Altitud: 3496 m.s.n.m.

3.1.2 Historia de Campo

Los cultivos que antecedieron a la siembra del ensayo fueron chocho ó tarwi en la campaña 2010 y papa en la campaña 2011, ambos bajo condiciones de lluvia.

3.2. ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS

El tipo de suelo es de origen aluvial, cuya fisiografía corresponde a la terraza aluvial de relieve no muy plano aproximado con una pendiente de 20 – 25%. El terreno tiene un drenaje bueno y no presenta pedregosidad.

En el cuadro 07 se observa los resultados del análisis de caracterización del suelo donde se realizó el ensayo y se observa que la textura del suelo es franco arenosa con una conductividad eléctrica de 0.08 dS/m lo que indica que no existe problema de sales para el tarwi. La reacción del suelo es extremadamente ácida con un pH de 4.14 debido a la acumulación de materia orgánica donde contiene un 8.21% y además al constante lavado por efecto de las precipitaciones en la zona lo que permite esta característica ácida. La disponibilidad de fósforo de 5.6 ppm es baja, y la disponibilidad de potasio es de 170 ppm y es considerada como un nivel medio y, de acuerdo a las relaciones catiónicas en este suelo franco arenoso se presenta deficiencia en calcio y magnesio.

Cuadro 07: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO Y CARACTERIZACIÓN

TIPO DE ANÁLISIS		RESULTADOS	MÉTODO
ANÁLISIS FÍSICO			
Arena	%	38	Hidrómetro
Limo	%	48	Hidrómetro
Arcilla	%	14	Hidrómetro
Clase textural		Franco arenoso	Triángulo textural
ANÁLISIS QUÍMICO			
pH		4.14	Potenciómetro
CE	dS/m	0.08	Lectura del extracto de saturación en la celda eléctrica
M. O.	%	8.21	Walkey & Black
P	ppm	5.6	Olsen modificado
K	ppm	170	Acetato de amonio
CIC	(mep/100g)	25.6	Acetato de amonio
Ca⁺⁺	(mep/100g)	1.15	Espectrofotómetro de absorción atómica
Mg⁺⁺	(mep/100g)	0.25	E. de absorción atómica
K⁺	(mep/100g)	0.19	E. de absorción atómica
Na⁺	(mep/100g)	0.29	E. de absorción atómica
Al⁺⁺⁺ H⁺	(mep/100g)	3.3	E. de absorción atómica

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes del Departamento de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2012.

3.3. DATOS METEOROLÓGICOS

Los parámetros meteorológicos correspondientes al periodo en el que se ejecutó el experimento de enero a octubre se obtuvo de la Estación tipo convencional de la provincia de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, a una latitud de 7° 49' 49'', longitud de 78° 3' 3'' y a una altura de 3496 m.s.n.m. En el cuadro 09 se aprecian estos parámetros, donde la temperatura mínima registrado entre los meses de julio y agosto fue 5.6 y 5.7 °C, lo que hace difícil la presencia de heladas en la zona. Entre los meses de enero a abril se presentaron precipitaciones continuas propias de la sierra liberteña; sin embargo, se puede notar un incremento anormal de las precipitaciones en el mes de octubre de 151.9 mm siendo el acumulado 680.6 mm pero esta fue escasa la precipitación en el estado reproductivo de las accesiones de tarwi. Asimismo, durante los meses de julio, agosto y septiembre se presentaron fuertes vientos con 21.0, 20.4 y 21.0 km/h, respectivamente.

3.4. MATERIAL EN ESTUDIO

El material genético en estudio del experimento estuvo formado por 10 accesiones de tarwi o chocho, proveniente del Programa de Investigación de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, y el testigo local de la zona de Cushcanday, Otuzco, La Libertad. La lista de accesiones se muestra en el cuadro 08.

Cuadro 08: MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LAS ACCESIONES EN ESTUDIO.

ENTRADA	IDENTIFICACION	ORIGEN
1	Accesión 43	Yungay
2	Accesión 24	Yungay
3	Accesión 62	Yungay
4	PLGO 3	Yungay
5	Asunción	Yungay
6	Accesión 67	Yungay
7	Accesión 30	Yungay
8	Accesión 82	Yungay
9	Accesión 49	Yungay
10	Tarwi Asunción	Chacas
11	Patón Grande	Otuzco

Cuadro 09: VARIABLES METEREOLÓGICAS REGISTRADAS EN EL PERIODO DE EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO DE TARWI EN EL 2012

MES	T° Max (°C)	T° Min (°C)	PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)	DIRECCION DEL VIENTO	VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h)
ENERO	17.5	8.2	239.5	E/W	12.5
FEBRERO	16.9	6.9	187.0	E/W	12.3
MARZO	18.2	8.4	103.5	E/W	16.8
ABRIL	17.4	7.6	148.9	E/W	15.5
MAYO	18.2	7.3	32.2	E/W	15.2
JUNIO	18.3	6.2	5.0	E/W	18.4
JULIO	18.7	5.6	0.0	E/W	21.0
AGOSTO	19.3	5.7	46.0	E/W	20.4
SEPTIEMBRE	19.5	6.8	6.1	E/W	21.0
OCTUBRE	19.0	8.1	151.9	E/W	13.8

Fuente: SENAMHI – Oficina de Estadística. Año 2012. Estación tipo convencional de la provincia de Huamachuco (3290 msnm), Provincia de Sánchez Carrión. (Ver Anexo 9 y 10)

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado en el ensayo es el Diseño de Bloque Completo al Azar con 11 tratamientos y 3 repeticiones.

El modelo aditivo lineal que se usó para el análisis de variancia fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor observado de la accesión i en el bloque j

μ = media general

T_i = efecto de la accesión i

B_j = efecto del bloque j

E_{ij} = efecto del error experimental en la unidad sujeta a la accesión i en el bloque j

Siendo los valores de:

$i= 1, 2, \dots, 11$ accesiones

$j= 1, 2$ y 3 repeticiones

Características del campo experimental

Número de repeticiones	: 3
Número de tratamientos	: 11
Parcela Experimental:	
Número de surcos por parcela	: 3
Longitud de surco	: 3.5 m
Distancia entre surcos	: 0.8 m
Número de semilla por golpe	: 4
Número de semillas por parcela	: 132
Número de parcelas	: 33
Área de la parcela	: 8.4 m ²
Área neta total	: 277.2 m ²

Los bloques, tratamientos y parcelas se distribuyen en el campo, tal como se muestra en el Anexo 3.

3.6. METODOLOGÍA

El presente trabajo consistió de un ensayo experimental instalado bajo el diseño de bloque completos al azar con 11 accesiones de tarwi y tres repeticiones. El campo experimental se preparó con yunta, lampilla y picota, se culminó con el surcado a 0.80 m. El cultivo fue bajo lluvia en siembras usuales en la zona de Cushcanday (Enero a Septiembre) y con parcela experimental de 8.4 m². Se evaluó el rendimiento y sus componentes primarios siguiendo la metodología propuesta por el Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, PLGO (1992). Además se recomienda para la evaluación de los ensayos registrando las variables cuantitativas de acuerdo a las normas internacionales aceptadas siendo

las mediciones en unidades métricas para características continuas y características discretas tomando al azar 10 plantas competitivas en la parcela.

La evaluación de la nodulación de las cepas nativas de las bacterias de *Rhizobium* sp. en las accesiones de tarwi se realizó al inicio de la floración siguiendo la metodología propuesta por el Programa de Investigación en Leguminosas de grano y Oleaginosas, así como la recomendación del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT (1978) utilizando una escala de medición visual de 1 a 9 (1= pobre, 9= excelente) viendo el número de nódulos y la coloración rojiza que indica eficiencia de la simbiosis. Se hizo el muestreo de dos golpes por parcela y se registró la información de los parámetros peso fresco del follaje, peso fresco de la raíz más nódulos y peso seco de la raíz que son normales para el estudio de esta variable.

La fenología del tarwi (*L. mutabilis* Sweet) se realizó utilizando la escala propuesta por Huaranga (2014) en el cual se distingue cinco estados en la fase vegetativa y cinco estados en la fase reproductiva.

3.7. INSTALACIÓN Y MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.7.1. Preparación del terreno, demarcación y trazado

La preparación del terreno se hizo en el mes de diciembre aprovechando las precipitaciones de la zona para humedecer el suelo y luego remover con dos pases de yunta, seguido de un desterroneo y finalmente se surcó con “lampillas” y “picotas” dando un distanciamiento entre surcos de 0.8 m. la demarcación del área se hizo con cal marcando los bloques, calles y parcelas.

3.7.2. Preparación de la semilla y siembra

La semilla que provee el Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina es de alta calidad porque se hizo la selección de granos de la cosecha en la campaña 2011 (Ver Anexo 1 y 2).

El experimento se realizó durante el verano del 2012 siendo la siembra el 06 de enero donde la profundidad de siembra fue de cinco centímetros y la distancia entre semillas cada 30 centímetros.

El experimento se instaló siguiendo las pautas recomendadas por el Programa de Leguminosas y Oleaginosas de Grano, así como el conocimiento de los agricultores de la zona de Cushcanday – Otuzco.

3.7.3. Abonamiento

Al momento de la siembra se le agregó un saco de gallinaza de 80 kilos con cuatro kilos de fosfato di amónico, es decir, 3000 Kg/ha de gallinaza y 150 kg/ha de fosfato di amónico (un aporte de 27 unidades de nitrógeno y 70 unidades de P₂O₄ por hectárea), no se considera el aporte total de la gallinaza ya que su descomposición es lenta.

3.7.4. Deshierbos

El deshierbo se realizó de forma manual, efectuándose un total de tres deshierbos: el primero después de la emergencia, el segundo durante el aporque y el tercer deshierbo en la floración de las plantas de tarwi.

3.7.5. Riegos

El ensayo se condujo bajo condiciones de lluvia y durante todo el ciclo del cultivo no se presentaron exigencias de agua, debido a que las condiciones medioambientales permitieron altas precipitaciones en la zona, no habiendo necesidad de regar. La precipitación total de 768.2 mm que permitió un buen desarrollo de las plantas de tarwi y su crecimiento radicular pivotante, además permitió la extracción del agua para cumplir los procesos metabólicos y finalizar con el llenado de grano en las vainas.

3.7.6. Control fitosanitario

- Plagas

El principal problema que se presentó en campo fueron los gusanos de tierra en la etapa inicial del cultivo (32 días después de la siembra) y para su control se realizó la aplicación química de una Cipermetrina en “drench” a una dosis de 0.2 Lt/cil, su presencia se dio aún en un ambiente con lluvia y alta humedad relativa.

En la floración y al inicio de la formación de vainas se presentó el daño de *Astylus sp.* (Melyridae) que es un comedor de follaje, sin causar daño económico. En la etapa del llenado del grano se observó el daño de larvas en la parte radicular que condujo

al problema de la marchitez en la planta y fue ocasionado por una larva aún no identificada pero de acuerdo a la bibliografía y la consulta realizada a la Profesora Principal del Área de Entomología Mg Sc. Blga. Clorinda Vergara Cobián lo clasifica como larva típica de la Familia Pyralidae.

- *Enfermedades*

En el ensayo experimental, desde el mes de enero donde hubo 239.5 mm de precipitación y alta humedad relativa se presentó daño de *Fusarium sp.* que causó la marchitez del tarwi en la etapa inicial del cultivo. Posteriormente, en la etapa de llenado de vaina se presentaron problemas de roya generalizada en la mayoría de los tratamientos, ya que hubo las condiciones favorables para su desarrollo, pero debido al gran porte y desarrollo de la canopia de las plantas no se hizo aplicaciones. También se presentó el problema del quemado en tallo y ramas, causada por *Ascochyta* sin originar daño significativo del grano.

3.7.7. Cosecha y trilla

La cosecha se ejecutó de forma manual y en tres momentos. La primera cosecha fue para las accesiones más precoces (Accesión 43, Accesión 24, Accesión 62) y se realizó el 27 de agosto, es decir, a los 234 días después de la siembra; con su respectiva identificación se fue separando las plantas y acondicionando para su secado midiendo siempre la dureza del grano, luego se procedió a la trilla y selección del grano cosechado de cada parcela correctamente identificada para su conservación. Además, se tomó 10 plantas al azar de cada parcela para realizar las posteriores evaluaciones de los componentes de rendimiento debidamente identificados con una tarjeta. El mismo procedimiento se hizo para las accesiones con mayor número de días a la madurez. La segunda cosecha se realizó el 01 de septiembre (239 días después de la siembra) y la tercera cosecha fue el 08 de septiembre (246 días después de la siembra).

3.8. CARACTERÍSTICAS EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO

3.8.1. El Rendimiento de Grano y sus Componentes

- **El rendimiento**

Se registró el peso total de los granos de la cosecha de vainas secas y está expresado en kilos por hectárea.

- **Número de plantas a la cosecha**

Se registra el número total de plantas por parcela cosechada.

- **Días a floración**

Se registró el número de días transcurridos a partir de la fecha de siembra, hasta que el 50% de las planta alcanzaron la floración.

- **Días a la Madurez de cosecha**

Se registró el número de días desde la fecha de siembra hasta que el 95 por ciento de las plantas registraran la madurez en el follaje y vainas color pajizo.

- **Altura de planta**

Se tomó la medida de diez plantas al final de la floración, desde la base del cuello al final de la inflorescencia del tallo principal, expresado en centímetros.

- **Peso 100 semillas**

Se tomó al azar 100 granos de la parcela y se expresa el peso en gramos.

- **Número de inflorescencias laterales por planta**

Viene a ser el número de inflorescencias totales que hay en una planta, considerándose la media de diez plantas.

- **Número de vainas/inflorescencia central**

Se registró el número promedio de vainas de 20 plantas, tomado en la inflorescencia central.

- **Número de vainas/inflorescencia lateral**

Se registra el número de vainas tomadas del promedio de 20 inflorescencias laterales.

- **Número de vainas/planta**

Se tomó como dato el número de vainas totales que hay en una planta, considerándose la media de diez plantas.

- **Longitud de vaina**

Se toman al azar 10 vainas y es medido en milímetros. El número de vainas son tomadas al azar de las 10 plantas seleccionadas en los parámetros anteriores.

- **Ancho de vaina**

Se tomó la media de 10 vainas, medidas en milímetros. Se considera el ancho de la vaina a la máxima distancia entre la sutura dorsal y la ventral

- **Espesor de vaina**

El valor registrado al medir las vainas de perfil es el promedio de 10 vainas expresadas en milímetros.

- **Número de lóculos por vaina**

Se registra el número promedio de lóculos por vaina, de un total de 10 vainas tomadas al azar.

- **Número de granos por vaina**

Se registra el número promedio de granos por vaina, tomadas de las 10 vainas del parámetro anterior.

- **Ritmo de crecimiento**

El ritmo de crecimiento se toma al momento de la floración.

- **Vigor**

Se evaluó después de la floración calificando el desarrollo de la planta y la sanidad usando la escala siguiente:

- 1 : Muy bueno
- 2 : Bueno
- 3 : Aceptable
- 4 : Malo
- 5 : Muy malo

- **Color de la flor**

Se determina al momento que se tiene el 50% o más de la floración. Según el descriptor de lupinos, IBPGR (1981) los colores pueden ser blancos, amarillos, naranja, rosas, rojos, verdes, azules, violetas y marrones.

- **Plagas**

Para la evaluación de plagas y enfermedades se tomó la escala propuesta por el IBPGR (1981) donde el daño que los agentes causan en la planta, siendo estas reacciones calificadas como sin síntomas, ligera, intermedia, severa y letal.

En las accesiones de tarwi el comportamiento de las plagas en el cultivo se utilizó la siguiente escala cualitativa:

- 0 : No síntomas
- 2 : Ligera

- 5 : Intermedia
- 7 : Severa
- 9 : Letal

- **Enfermedades**

El criterio para evaluar la reacción de las plantas a las enfermedades de cada accesión se basa en la siguiente escala:

- 0 : No síntomas
- 2 : Ligera
- 5 : Intermedia
- 7 : Severa
- 9 : Letal

- **Resistencia al Acame**

El acame es un fenómeno complejo que está influenciado por muchos factores ambientales, incluyendo el viento, la lluvia, la topografía, el tipo de suelo, las enfermedades e incluso el cultivo previo. Se tomó ésta evaluación al momento de la madurez fisiológica de la vaina, de acuerdo a la siguiente escala:

- 3 : Poca
- 5 : Media
- 7 : Mucha

3.8.2. Capacidad Simbiótica de las Accesiones

- **Peso fresco del follaje/planta (gr)**

El peso fresco del follaje se evaluó al inicio de la primera floración, es decir, a los 117 días y se tomaron como muestra cinco (5) plantas por parcela totalmente al azar con el sistema radicular para luego ser llevados a una manta para recolectar nódulos. Para determinar este parámetro se realizó un corte a nivel del cuello de la planta y se registró el peso promedio del follaje de cada planta, expresado en gramos.

- **Peso fresco de raíz con nódulos (gr)**

El sistema radicular incluyendo los nódulos se lava y una vez secados se registra el peso promedio de los cinco sistemas radiculares con sus respectivos nódulos.

- **Peso fresco de raíz (gr)**

Se obtuvo simplemente extrayendo los nódulos de la raíz de cada planta, y se pesó de manera separada, registrando el peso promedio.

- **Peso fresco de nódulos (gr)**

Se registró el peso promedio de los nódulos de las cinco plantas seleccionadas.

- **Peso seco de la raíz (gr)**

Se lleva las raíces a estufa a 80 °C por 48 horas, luego se registra el peso promedio del sistema radicular de las cinco plantas seleccionadas.

3.8.3. Fenología de las Acciones del Tarwi

Actualmente en un estudio detallado tomando la referencia de Caicedo y Peralta (2001) y Huaranga (2015), propone la siguiente escala para la evaluación de la fenología para el cultivo del tarwi:

Escala Estado

- 1 Germinación:** Se contabiliza a partir del momento de la siembra cuando se dispone de condiciones de temperatura y humedad.
- 2 Emergencia:** Cuando los cotiledones emergen del suelo de forma vertical.
- 3 Cotiledonar:** Los cotiledones empiezan a abrirse en forma horizontal a ambos lados, y aparecen los primeros foliolos enrollados en el eje central
- 4 Primer Desarrollo:** Desde el aparecimiento de hojas verdaderas hasta el desarrollo de hojas de 5 foliolos.
- 5 Segundo Desarrollo:** Desde el aparecimiento de hojas de mayor a foliolos hasta la presencia de la inflorescencia (2 cm de longitud). Se aprecia el desarrollo de ramas
- 6 Prefloración:** Aparece desde la presencia de botones florales de la inflorescencia central e inflorescencias de segundo orden.
- 7 Floración:** Iniciación de apertura de flores.
- 8 Formación de vainas:** Vainas con dos centímetros de longitud.
- 9 Llenado de vaina:** Cuando la planta inicia el desarrollo del grano dentro del fruto.
- 10 Cosecha:** Presencia de una coloración pajiza de la vaina, el tallo y las hojas durante la maduración del grano.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RENDIMIENTO DE GRANO Y SUS COMPONENTES

4.1.1 Rendimiento de grano (kg./ha)

El rendimiento promedio de grano seco de las 11 accesiones de tarwi evaluadas, según el cuadro 10, fue de 1435 kg. /ha. El rango de variación que se registró osciló entre 1191 y 1795 kg. /ha.

En el análisis de variancia (ANVA) según se observa en el cuadro 11, para este parámetro a un nivel de significancia de $\alpha= 0.05$, no existe diferencias significativas en las fuentes de variabilidad de los tratamientos y de bloques, el coeficiente de variabilidad fue 17.38% que es muy aceptable para este tipo de experimentos y da confianza en los resultados.

Al realizarse la prueba de comparación de medias según Duncan a un nivel de significación de $\alpha= 0.05$ se encontró que la Accesoión 43 tuvo el mayor rendimiento con 1795 kg. /ha y no difiere estadísticamente del resto de accesiones, excepto el testigo que rindió 1191 kg. /ha.

El experimento se condujo en condiciones de lluvia y las precipitaciones en la zona de La Libertad se iniciaron a mediados del 2011 y durante el periodo de enero y septiembre del 2012 la precipitación total fue de 768.2 mm. lo cual es considerado un buen año por la cantidad total acumulada de precipitación. Durante los primeros meses de enero a abril se presentó la mayor cantidad de lluvia logrando una buena distribución de agua hasta llegar a la floración de la planta, al final del experimento se presentó un incremento de lluvias que no generó problemas al momento de la cosecha.

Según señala Gross 1982, los ecotipos de tarwi requieren para su desarrollo vegetativo entre 500 y 700 mm de lluvia. Así mismo el tarwi es un cultivo de climas fríos llegando a temperaturas de hasta $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ soportando posibles incidencia de heladas (Tapia, 2007) y según Camarena (et al. 2012) la temperatura óptima es de 20 y 25 $^{\circ}\text{C}$ durante el día y 8 $^{\circ}\text{C}$ por la noche. A pesar de tener estas temperaturas óptimas hubo variación en los rendimientos en la zona de Cushcanday - Otuzco por las mañanas las temperaturas fluctuaron entre 12 y 15 $^{\circ}\text{C}$

y por las noches entre 7 y 9 °C, la Accesoión 43 obtuvo mejor rendimiento seguido por las demás accesiones que presentaron similar rendimiento a comparación del testigo que tuvo el menor rendimiento. Lo importante es que el comportamiento de las accesiones fue favorecido por el clima de Otuzco debido a que los resultados superan los rendimientos de los otros departamentos según lo registra el MINAG (2012) donde se obtuvo rendimientos de hasta 1, 216 kg/ha durante la campaña 2012 que es semejante al rendimiento obtenido por el testigo.

Durante la campaña agrícola hubo condiciones de humedad relativa alta (90%) y fuertes precipitaciones que favorecieron la incidencia de enfermedades como: roya, quemado del tallo (*Ascochyta sp.*), *Fusarium sp.* y Antracnosis, también se presentó el daño del “gusano de la raíz” afectando todo el sistema radicular a través de comeduras ocasionando la caída y muerte de la planta, por lo que se vio afectado el rendimiento de grano del tarwi.

La Accesoión 43 presentó un peso de 100 semillas muy bueno y su periodo vegetativo de 231 días a la cosecha y alcanzó a registrar más vainas en la inflorescencia central, permitiendo obtener el rendimiento más alto y superar en 604.4 kg al testigo, que fue más tardío y por lo tanto más expuesto a las enfermedades y condiciones de clima.

En trabajos realizados en la localidad de Chiquian - Ancash, Castañeda (1987), obtuvo rendimientos de 1485.0 y 1465.8 kg/ha. donde los ecotipos fueron el Ancash 001 y el Compuesto 13, dentro de los componentes que más sobresalieron para obtener dichos rendimientos altos fueron el número de vainas por planta y el número de granos por vainas con 43 vainas y 5 granos respectivamente. Además, menciona que el número de vainas es una característica que está influenciada por el medio ambiente (temperaturas bajas y plagas), por lo que requieren de un mayor cuidado en la época de floración y llenado de vaina.

La diferencia de los días a la madurez de los ecotipos en Chiquian y de las accesiones en Cushcanday es grande, teniendo en la primera 170 días a la madurez mientras que en La Libertad las accesiones presentaron su madurez a los 231 días por lo que en Chiquian el tarwi está menos expuesto a las condiciones adversas que se puedan presentar ya sean de viento, plagas y enfermedades, entre otros. A pesar de ello hay accesiones que a condiciones de Cushcanday obtuvieron mayores rendimientos que los ecotipos evaluados en Chiquian.

4.1.2 Número de plantas a la cosecha

En el cuadro 10 se observa que las accesiones presentaron un número de plantas en promedio de 62.9, las accesiones que presentaron un mayor número de plantas a la cosecha fueron la accesión 43 y accesión 62 con 70 plantas. Por otro lado el testigo presentó 53.3 plantas a la cosecha siendo más afectado por problemas de gusanos de tierra, hongos radiculares y de la plaga que afectó a nivel radicular. El análisis de variancia, cuadro 11, muestra que no hay significación estadística entre tratamientos ni tampoco en bloques.

La baja población fue debido al ataque de larvas cortadoras en el estado de plántula de tarwi y las accesiones más afectados fueron el Asunción, Accesión 30 y el testigo, también afectó la incidencia de Fusarium a nivel de la raíz y cuello de la planta, y finalmente la alta velocidad y fuerza del viento cuyo registro fue de 20 Km/hr ocasionó la caída o tumbado de plantas en el estado de maduración de vainas.

La reducción de la población de plantas también se presentó en otros ensayos realizados como lo señala Cerrate y Camarena (1981) quienes presentaron reportes del Callejón de Huaylas por la alta incidencia de enfermedades y plagas, particularmente roya, antracnosis y el barrenador del tallo oscilando rendimientos entre 700 y 900 kg/ha.

4.1.3 Días a la floración

En el cuadro 10 se observa que para el carácter días de floración las accesiones de tarwi registraron en promedio 120 días y los valores fluctuaron entre 117 y 125 días que obtuvieron la accesión 43 y Tarwi Asunción, respectivamente. El testigo registró 122 días para la floración.

El análisis de variancia, cuadro 11, indica que al menos un tratamiento difiere en su comportamiento en la floración por lo que existe significación estadística para los tratamientos y no se encontró significación para la fuente de bloques. Esta diferencia en la floración entre los tratamientos puede deberse a factores genéticos, ambientales y a la interacción genético ambiental, así como por el alto contenido de materia orgánica en el suelo (8.21%) haciéndolo más retentivo en el contenido de humedad, prolongando el crecimiento vegetativo y atrasando la floración, por ello varias accesiones tuvieron un

período de floración más prolongada y se apreció el desarrollo de inflorescencia laterales. El coeficiente de variabilidad fue de 2.67% indicando que el parámetro de inicio de la floración registrado fue en periodo de tiempo muy corto (8 días) entre las accesiones de tarwi.

La prueba de Duncan al nivel 0.05 mostrado en el cuadro 10, indica que la accesión 43, accesión 62 y PGLO 3 con 117 días fueron los más precoces en alcanzar esta etapa superando significativamente a las demás accesiones estudiadas. Esta precocidad a la altitud de 3496 msnm es muy importante para superar el daño de los insectos, la granizada o helada, también vale señalar la procedencia de material genético.

En estudios realizados en tarwi Castañeda (1988), señala que en la localidad de Chiquian (Ancash) los días a la floración fueron de 84 a 93 días después de la siembra, mientras que en la localidad de Jauja (Junín) varió entre 92 y 117 días, resaltando entre los más precoces los ecotipos Compuesto 22-2 y Compuesto 22-1, la precocidad mostrada en la localidad de Chiquián viene relacionado probablemente a la altitud (3200 msnm) y la fertilidad del suelo ya que el buen contenido de materia orgánica permitió retener más tiempo la humedad. Mientras que en el Callejón de Huaylas hay reportes de floración plena de hasta 110 y 120 días entre las más precoces los cuales resaltan entradas como: Anc. 059, Comp. 4 según lo señala Cerrate y Camarena (1981).

4.1.4 Días a la Madurez de Cosecha

La accesión que se comportó como más precoz a la madurez de cosecha fue la accesión 43 con 231 días, y como más tardío se comportó la accesión 49 con 245 días. El promedio registrado para las accesiones estudiadas fue de 238 días, mientras que el testigo registró 244 días a la cosecha. (Véase Cuadro 10).

Los resultados del análisis de variancia, cuadro 11, indican que existe una alta significación estadística para la fuente de tratamientos y para la fuente de bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 0.99%.

Cuadro 10: CARACTERÍSTICAS EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUCTIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)

ACCESIÓN	RENDIMIENTO (kg/ha)	NÚMERO DE PLANTAS A LA COSECHA	DÍAS A LA FLORACIÓN	DÍAS A LA MADUREZ DE COSECHA	ALTURA DE PLANTA* (cm)	PESO DE 100 SEMILLAS (gr)
Accesión 43	1795.7 A	70.0 a	117 c	231 e	112.7 a	24.33 bcd
Accesión 24	1323.0 Ab	62.7 a	118 bc	233 e	111.0 a	22.61 d
Accesión 62	1498.3 Ab	70.0 a	117 c	233 e	111.0 a	24.34 bcd
PLGO 3	1642.3 Ab	68.7 a	117 c	241 bc	107.3 a	23.41 cd
Asunción	1457.0 Ab	61.0 a	122 abc	239 cd	115.0 a	28.67 a
Accesión 67	1349.3 Ab	63.3 a	118 bc	235 de	110.0 a	25.01 bc
Accesión 30	1370.0 Ab	64.3 a	122 abc	238 cd	117.7 a	25.81 b
Accesión 82	1362.3 Ab	64.3 a	123 ab	244 sb	117.3 a	24.61 bcd
Accesión 49	1313.0 Ab	60.7 a	122 abc	245 s	108.0 a	23.43 cd
Tarwi Asunción	1486.7 Ab	53.7 a	125 a	240 bc	113.0 a	25.14 bc
Patón Grande	1191.3 B	53.3 a	122 abc	244 ab	112.0 a	22.39 d
PROMEDIO	1435.4	62.9	120	238	112.3	24.52

*La altura de planta fue tomada del cuello hasta la base de la primera inflorescencia en el tallo principal.

Cuadro 11: ANÁLISIS DE VARIANCA DE LAS CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EVALUADAS DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUcido EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)

FUENTE DE VARIABILIDAD	G. L.	RENDIMIENTO (kg/ha)	PORCENTAJE DE PLANTAS A LA COSECHA	DÍAS A LA FLORACIÓN	DÍAS A LA MADUREZ DE COSECHA	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	PESO DE 100 SEMILLAS (g)
Bloque	2	32772.1	44.27	5.30	36.39	322.63	0.60
Tratamiento	10	85163 N.S.	97.14 N.S.	25.76 *	71.25 **	34.18 N.S.	9.7 **
Error	20	62257	86.04	10.30	5.53	50.27	1.35
Total	32						
C. V. (%)		17.38	14.74	2.67	0.99	6.31	4.74
PROMEDIO		1435.4	47.70%	120.15	238.39	112.27	24.52

La prueba de Duncan, cuadro 10, muestra que la accesión 43, accesión 24 y accesión 62 se comportan como los más precoces en alcanzar la madurez de cosecha y que superaron estadísticamente a las demás accesiones evaluadas.

La diferencia con accesiones más precoces en otras regiones se nota ya que es una diferencia aproximada de 30 a 40 días y esto va a depender mucho del genotipo del cultivo y factores edafoclimáticos del medio donde se produce. Según Orcón (2010) para condiciones del Cuzco según estudios experimentales menciona que existen líneas precoces con ciclos vegetativos de hasta 5 meses (líneas CTC – 521, CTC – 008) y líneas relativamente tardías de hasta 7 meses (CTC – 024, CTC – 47 entre otras) bajo condiciones del K'ayra – Cuzco que presenta pisos altitudinales mayores a 3500 msnm, sin embargo presentan un rendimiento muy por debajo del promedio dado por el Ministerio de Agricultura, con rendimientos de hasta 500 y 700 kg/ha. Además Castañeda (1988), menciona que el ecotipo Compuesto 22-2 conjuntamente con los ecotipos H6 y Compuesto 22-1 se comportan como ecotipos precoces tanto en la localidad de Chiquian (Ancash) con 158, 159 y 161 días respectivamente, como en Jauja (Junín) con 169, 172 y 174 días a la cosecha, respectivamente.

Para las condiciones del experimento se aprecia que el testigo junto con la accesión 82, PGLO 3 y accesión 49 son los más tardíos con 244, 243, 241 y 245 días a la cosecha respectivamente, y por tanto son accesiones interesantes que pueden adaptarse a las condiciones de Otuzco y alcanzar buenos rendimientos de grano. Según Tapia (2007) las heladas atrasan la floración y Gross (1982), afirma que a finales del ciclo vegetativo se presentan heladas que impiden que continúe la floración interfiriendo en el crecimiento de la planta y afectando el rendimiento.

4.1.5 Altura de planta

Esta variable fue registrada a los 115 días después de la siembra y las plantas de las accesiones de tarwi continuaron su crecimiento en porte de planta. Según el cuadro 10, la Accesión 30 supera a las demás accesiones con 117.66 cm de altura de planta, teniendo el testigo “patón grande” con 112 cm. La accesión PGLO 3 presentó el menor porte con 107.33 cm de altura. El promedio para esta variable en el ensayo fue de 112.27 cm. Este parámetro se evaluó durante la primera floración tomando como medida desde el cuello de la planta

hasta la base de la primera inflorescencia, es decir, no se considera al tamaño total de la planta donde llegó hasta 180.00 cm en promedio.

Los resultados del análisis de variancia, cuadro 11, señalan que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, a diferencia de los bloques que si presentaron una alta significación y esto significa que el diseño estadístico permitió controlar las diferencias presentes en el ensayo y por tanto permite tener un menor error experimental. El coeficiente de variabilidad fue de 6.31%.

No necesariamente una buena planta con buena altura te representa un buen rendimiento ya que es variable conforme avance su ciclo vegetativo; sin embargo, el tarwi tienen un hábito de crecimiento indeterminado y el tallo continúa elongándose y las ramas primarias y secundarias pueden presentar más inflorescencias y por tanto más vainas por planta. Según Cerrate y Camarena (1981) en un ensayo realizado en la campaña 1976-1977 en la localidad de Acco- Huaraz (3200 msnms) la altura promedio de ciertas accesiones fue de 136 cm presentando el ecotipo Anc.059 una mayor altura con 152 cm y con una menor altura el ecotipo Anc. 072 con 119 cm teniendo rendimientos de 979 y 243 Kg/ha por lo que la altura en este caso influye en el rendimiento del tarwi. Así mismo a nivel del Callejón de Huaylas en la campaña 1977-1978 presenta una altura en promedio de 117 cm, el ecotipo que presentó mayor altura fue el Compuesto 1 con 136 cm, pero no registró el mayor rendimiento pero sí estuvo dentro del promedio que fue 929 kg/ha.

Para las condiciones del centro del Perú en Jauja, Castañeda (1988), la altura de los ecotipos es menor a las condiciones de Huaraz u Otuzco, donde la mayor altura la presentó el ecotipo Ancash 001 con 103.3 cm, probablemente las condiciones de temperatura y características de suelo influyeron en la altura de la planta.

Es importante mencionar que la altura de la planta puede o no estar correlacionado con el rendimiento pero sí tiene relación con el hábito de crecimiento que nos indica la forma en que se debe manejar el cultivo tanto a nivel agronómico como factores climáticos, manejo integrado, y el tamaño de porte de la planta que van a influenciar si el viento incide o no grandemente en la caída de plantas sobre todo si la dirección va de este a oeste generando una oscilación en la planta provocando su acame.

4.1.6 Peso de 100 semillas

En el cuadro 10 se observa que la accesión Asunción registró el más alto peso con 28.67 gr, mientras que el testigo local Patón Grande obtuvo 22.39 gr siendo el más bajo de las demás accesiones. El promedio de peso de 100 semillas de las accesiones evaluadas en el experimento fue de 24.52 gr.

El análisis de variancia, cuadro 11, muestra que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, más no así para bloques. El coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 4.74% lo cual es aceptable para las condiciones en que se realizó el experimento, por lo que la veracidad de sus resultados son los adecuados.

En la prueba de comparación de medias según Duncan a un nivel de significación de 0.05, Cuadro 10, se encontró que la accesión Asunción obtuvo el mayor peso de 100 semillas con 28.67 gr y que superó significativamente a las demás accesiones estudiadas.

El peso de 100 semillas de otros ecotipos en otras regiones del Perú es muy variable y diferente. Para el caso de la zona sur, Porras (2012) menciona en su trabajo realizado en Cuzco que el peso de 100 semillas varía entre 30 y 35 gramos, y es mayor al peso que se reporta en el presente experimento, lo cual no refleja necesariamente un buen rendimiento ya que su valor varía 500 a 700 kg/ha, esto debido a que no se le hace un seguimiento adecuado del manejo agronómico como por ejemplo: buen manejo fitosanitario, aporque, aplicación de materia orgánica, labranza y/o excesiva precipitación, entre otros.

Por otro lado, para la zona del Callejón de Huaylas se presenta lo contrario con un peso de 100 semillas varía entre los 15 y 20 gramos presentando cierta semejanza con el presente experimento el cual el promedio está en 24.52 gramos, esto es debido a que los genotipos de tarwi locales y las condiciones climáticas inciden en el resultado de este parámetro.

4.1.7 Inflorescencias laterales por planta

Según el cuadro 12, la accesión que presentó mayor número de inflorescencias laterales fue la Accesión 82 con 16.27 inflorescencias, mientras que el menor número lo presentó la Accesión 62 con 7.63 inflorescencias. El testigo Patón Grande presentó 11.2 inflorescencias

laterales. El promedio registrado por las accesiones estudiadas fue de 10.64 inflorescencias laterales. Los resultados del análisis de variancia, cuadro 13, señalan que existen diferencias estadísticas para la fuente de tratamientos y por lo menos un tratamiento difiere en su comportamiento. El coeficiente de variabilidad fue de 26.29%, el cual es el adecuado para su estudio experimental.

La prueba de Duncan, cuadro 12, señala a la Accesoión 82 un mayor número de inflorescencias laterales superando estadísticamente a las demás accesiones pero el número de vainas y el peso de granos del Accesoión 82 no llego alcanzar un buen rendimiento pues fue más tardío y no llegó a registrar un mayor número de vainas por planta.

Las accesiones de tarwi evaluados se encuentran en una prueba de adaptación al ambiente de Cushcanday y bajo las condiciones de humedad disponible, altitud y temperatura y la susceptibilidad a la roya, ascochyta y antracnosis puede haber sido disminuido esta característica importante para la diferenciación y desarrollo de inflorescencias con vainas.

4.1.8 Número de vainas en la inflorescencias central

En el cuadro 12 se observa que el número de vainas en la inflorescencia central total promedio registrado por las accesiones en estudio fue de 6.69 vainas/inflorescencia central. La accesoión que obtuvo mayor registro fue el Accesoión 43 con 10.63 vainas/inflorescencia central superando al testigo Patón Grande que obtuvo 6.1 vainas/inflorescencia central. En el otro extremo, la Accesoión 82 obtuvo el menor registro con 3.93 vainas/inflorescencia central.

En el análisis de variancia de esta variable, cuadro 13, muestra que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ni entre bloques. El coeficiente de variabilidad para esta variable fue de 39.6% del cual se considera aceptable tratándose de un experimento de campo, debiéndose considerar el efecto adverso por parte del clima en especial del viento lo que generaba la caída de flores, caída de plantas y por ende afectó el número de vainas.

Según la prueba de Duncan al nivel 0.05, cuadro 12, la accesoión 43 registró el más alto número de vainas en la inflorescencia central superando significativamente a las demás accesiones estudiadas. Este carácter es muy importante evaluarlo ya que su valor influye

directamente en el rendimiento final, ya que la accesión 43 tiene un rendimiento de 1795 Kg/ha obteniendo el valor más alto.

4.1.9 Número de vainas en la inflorescencia lateral

En el cuadro 12 se observa que el número de vainas en la inflorescencia lateral totales promedio registrado por las accesiones en estudio fue de 5.63 vainas/inflorescencia lateral. La accesión que obtuvo mayor registro fue el Tarwi Asunción con 6.42 vainas/inflorescencia lateral, mientras que, la accesión que registró el menor número de vainas fue el accesión 49 con 4.96. El testigo Patón Grande obtuvo 5.53 vainas en las inflorescencias laterales.

En el análisis de variancia de esta variable, cuadro 13, muestra que no existió diferencias significativas entre tratamientos pero si muestra significancia entre bloques. El coeficiente de variabilidad para esta variable fue de 20.03% considerándose un experimento de campo. Este parámetro es un componente principal del rendimiento ya que a mayor número de inflorescencias laterales se pueden obtener un mayor número de vainas en la planta, siempre y cuando se cumpla con las necesidades de manejo agronómico y climático del tarwi.

4.1.10 Número de vainas por planta

En el cuadro 12 se observa que el número de vainas totales promedio registrado por las accesiones en estudio fue de 30.95 vainas/planta. La accesión que obtuvo el mayor registro fue el Asunción con 36.55 vainas totales/planta superando al testigo Patón Grande que obtuvo 34.2 vainas totales/planta. Por otro lado, el que obtuvo el menor registro fue el PGLO 3 con 24.39 vainas totales/planta.

Los resultados del análisis de variancia, Cuadro 13, muestran que no existieron diferencias significativas entre tratamientos pero si hubo diferencias significativas estadísticamente entre bloques lo cual permitió que el error experimental sea menor y controlar mejor el experimento. El coeficiente de variabilidad fue de 26.24% lo cual se admite para un experimento de campo.

El número de vainas por planta incide de forma relevante en el rendimiento ya que en las vainas es donde se encuentra el producto final de rendimiento, pues así lo refleja un estudio

realizado por Cerrate y Camarena (1981) donde el mayor parámetro registrado por el ecotipo Anc. 001 fue de 85 vainas por planta obteniendo un rendimiento de 1109 Kg/ha a pesar de que el número de granos y peso de 100 semillas fue bajo con valores de 4 granos por vaina y con un peso de 15 gr en 100 semillas de tarwi a diferencia del ecotipo Anc. 072 que a pesar de tener el mismo valor de granos por vaina y peso de 100 semillas obtuvo un rendimiento de 614 kg/ha, debido a que el número de vainas por planta fue de 56, por ello el parámetro de vainas por planta puede definir el rendimiento. Estos resultados no coinciden con el estudio realizado por Castañeda (1988), en la localidad de Jauja obtuvo un total de 40.7 vainas por planta obteniendo un rendimiento de 1753.4 kg/ha, que fue mayor a los ecotipos evaluados; sin embargo, obtuvo un número de granos y peso de 100 semillas relativamente bajo a comparación de los demás ecotipos evaluados.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental y la comparación con otros ensayos, demuestra que el efecto genético, ambiental y la interacción de ambos influyen en el comportamiento de este principal componente de rendimiento, es decir, el número de vainas por planta influye en relevancia en obtener rendimientos altos.

4.1.11 Longitud de vaina

En el cuadro 14, se presentan los resultados promedio de la longitud de vaina donde esta variable varía entre 76.83 mm y 87.13 mm. donde la mayor longitud lo presenta la accesión Asunción y el menor por el Tarwi Asunción. El testigo presenta una longitud de 83.46 mm. Además el promedio general de las accesiones es de 82.39mm.

En el cuadro 15, se tienen los resultados del análisis de variancia al 0.05 y nos indica que no existe significancia estadística tanto para los tratamientos como para los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 8.31% el cual es adecuado para el estudio de campo.

**Cuadro 12: CARACTERÍSTICAS EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO
CONDUCIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)**

ACCESIÓN	Nº DE INFLORESCENCIAS LATERALES	Nº DE VAINAS POR INFLORESCENCIA CENTRAL	Nº DE VAINAS POR INFLORESCENCIA LATERAL	Nº DE VAINAS POR PLANTA
Accesión 43	7.90 c	10.63 A	5.41 a	26.58 a
Accesión 24	7.86 c	7.75 Ab	6.06 a	29.66 a
Accesión 62	7.63 c	7.11 Ab	6.13 a	25.58 a
PLGO 3	8.41 c	7.44 Ab	5.35 a	24.39 a
Asunción	10.73 abc	7.16 Ab	5.46 a	36.55 a
Accesión 67	8.81 c	7.33 Ab	5.65 a	28.66 a
Accesión 30	11.46 abc	6.37 Ab	5.75 a	35.18 a
Accesión 82	16.27 a	3.93 b	5.16 a	34.93 a
Accesión 49	14.78 ab	4.06 b	4.96 a	31.22 a
Tarwi Asunción	11.90 abc	5.66 Ab	6.42 a	33.46 a
Patón Grande	11.20 abc	6.10 Ab	5.53 a	34.20 a
PROMEDIO	10.64	6.69	5.63	30.95

Cuadro 13: ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EVALUADAS DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUCTIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)

FUENTE DE VARIABILIDAD	G. L.	N° DE INFLORESCENCIAS LATERALES	N° DE VAINAS POR INFLORESCENCIA CENTRAL	N° DE VAINAS POR INFLORESCENCIA LATERAL	N° DE VAINAS POR PLANTA
Bloque	2	14.33	3.57	5.47	375.94
Tratamiento	10	25.18 *	10.21 N.S.	0.57 N.S.	53.99 N.S.
Error	20	7.82	7.02	1.27	65.96
Total	32				
C. V. (%)		26.29	39.6	20.03	26.24
PROMEDIO		10.64	6.69	5.63	30.95

En un trabajo experimental realizado en Cuzco por Porras (2012), registró que una de sus entradas en evaluación la CTC-156 tuvo en promedio 101 mm de largo de vaina, lo que indica un alto valor en este parámetro a comparación de lo obtenido en Cushcanday (Otuzco), esta entrada vino del Banco de Germoplasma del Centro de Investigación de Cultivos Andinos de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Es muy probable que esta entrada se adaptó a las condiciones de Cuzco ya que en otros parámetros como número de vainas por planta y peso de 100 semillas fue alto con 44.16 y 27.9 gr). Por ello es conveniente empezar a producir esta entrada en otras partes del Perú teniendo en cuenta sus características.

4.1.12 Ancho de vaina

Según el cuadro 14, las accesiones en estudio registraron en promedio 15.87 mm de ancho de la vaina. La accesión que registró mayor ancho de vaina fue el Asunción con 16.83 mm superando al testigo Patón Grande que obtuvo 15.4 mm de ancho de vaina, mientras que la accesión 24 registró 15.16 mm de ancho de la vaina ocupando el último lugar en cuanto a esta variable.

Los resultados del análisis de variancia al 0.05, cuadro 15, indican que no hay diferencias significativas estadísticamente tanto en tratamiento como en bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 10.26%.

4.1.13 Espesor de vaina

En el cuadro 14, la accesión que registró mayor espesor de vaina fue el PGLO 3 con 8.43 mm, por otro lado el que presentó el menor espesor de vaina fue el Accesión 24 que registró 7.57 mm. mientras que el testigo registró un espesor de 8.26 mm en la vaina. El promedio general del ancho de vaina fue de 8.06 mm.

En el análisis de variancia, cuadro 15, muestra que no existe significancia estadística tanto para los tratamientos como para los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 8.01% tratándose específicamente un estudio de campo.

Este carácter indica en forma indirecta el volumen del grano que presentan las accesiones en promedio de los lóculos centrales de las vainas muestreadas. Se puede afirmar que no hay variaciones en este carácter bajo el ambiente evaluado

4.1.14 Número de lóculos por vaina

De acuerdo a lo presentado en el cuadro 14, el promedio general para el parámetro fue de 5.8 lóculos por vaina. La accesión que registró el mayor número de lóculos por vaina fue Tarwi Asunción con 6.2 y el menor valor lo registró la Accesión 43 con 5.5 lóculos que fue superado por el testigo Patón grande que obtuvo 5.87 lóculos por vaina.

En el cuadro 15 se muestra el análisis de variancia del parámetro lóculos por vaina el cual muestra que no existe significancia estadística para los tratamientos, de igual manera para los bloques que estadísticamente no existe diferencias. El coeficiente de variabilidad es de 9.72% que es aceptable a las condiciones de campo.

4.1.15 Número de granos por vaina

En el cuadro 14, la accesión que registra el mayor valor es el Tarwi Asunción con 5.8 granos por vaina, mientras que el menor valor registrado lo obtuvo la accesión 67 con 4.57 granos por vaina. El testigo local Patón Grande obtuvo 4.83 granos que no superó al promedio general que obtuvo 4.96 granos por vaina.

Según el cuadro de análisis de variancia, cuadro 15, muestran que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ni para los bloques. El coeficiente de variabilidad para el presente parámetro fue de 10.45%, aceptable para el presente estudio.

Castañeda (1988), en un estudio comparativo realizado en la zona de Chiquian (Ancash) y Jauja (Junín) el ecotipo Compuesto 11 registra el valor más alto para este parámetro con 5 y 6 granos por vaina para Chiquian y Jauja respectivamente, sin embargo el ecotipo no tuvo un rendimiento óptimo ya que registró un valor de 830.3 y 523.0 Kg/ha. En otro ensayo realizado en Malpaso (Huaraz) por Cerrate y Camarena (1981) el número de granos por vaina tampoco influye en el rendimiento total de los ecotipos, por ejemplo el ecotipo Prec.

Acco registró un rendimiento de 587 Kg/ha, sin embargo el ecotipo Ecu. 001 tuvo 824 Kg/ha.

Los resultados obtenidos en este parámetro demuestran que no existe una relación directa entre número de granos por vaina con el rendimiento, sin embargo se puede observar la calidad de grano, el color, sanidad, entre otras características.

4.1.16 Vigor

Este parámetro cualitativo fue evaluado durante la pre floración (115 días después de la siembra) para observar el comportamiento de las plantas frente a varios factores físicos y biológicos.

Según el resultado de la evaluación de esta característica (Cuadro 16), las accesiones presentaron en promedio un calificativo entre bueno y aceptable (grado 2.55). Se observa que la mayoría de accesiones presentan un vigor bueno (grado 2), mientras que la accesión 49 presentó un vigor malo no sólo por baja aceptación climática en la zona de Otuzco, sino también por el rendimiento, bajo número de vainas, altura y sanidad. Tapia (2007) menciona que el tarwi se adapta a diferentes climas de los Andes donde puede llegar a tener rendimientos entre 1,500 a 2,500 Kg por hectárea, pero va a depender mucho del crecimiento y desarrollo del ecotipo a producir ya que el vigor va a depender de que ecotipo se adapte mejor a las condiciones.

Una accesión con buen vigor (grado 1 y 2) demuestra una mayor tolerancia y/o resistencia a plagas y enfermedades, su frondoso crecimiento o capony, el acame, entre otras; es decir, su sanidad, también sus inflorescencias, vainas y buen llenado del grano, por lo que es manejable el aspecto sanitario. Además las labores culturales y la cosecha se facilitan porque las plantas tienden a ser más fuertes y resistentes al acamado.

4.1.17 Ritmo de crecimiento

La gran mayoría de accesiones presentó un tipo de crecimiento lento, mientras que cuatro accesiones presentaron un crecimiento con mejores características morfológicas:

**Cuadro 14: CARACTERÍSTICAS EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO
CONDUCIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)**

ACCESIÓN	LONGITUD DE VAINA (mm)	ANCHO DE VAINA (mm)	ESPESOR DE VAINA (mm)	Nº DE LÓCULOS POR VAINA	Nº DE GRANOS POR VAINA
Accesión 43	83.73 a	16.26 A	8.03 a	5.50 a	5.13 ab
Accesión 24	78.30 a	15.16 A	7.57 a	5.80 a	5.03 ab
Accesión 62	81.43 a	15.73 A	7.80 a	5.63 a	4.83 ab
PLGO 3	83.36 a	16.70 A	8.43 a	5.90 a	4.87 ab
Asunción	87.13 a	16.83 A	8.30 a	6.17 a	5.23 ab
Accesión 67	82.83 a	15.60 A	8.20 a	5.56 a	4.57 b
Accesión 30	83.80 a	15.96 A	8.16 a	5.63 a	4.90 ab
Accesión 82	84.03 a	16.36 A	8.20 a	5.83 a	4.80 ab
Accesión 49	81.36 a	15.33 A	7.63 a	5.70 a	4.63 b
Tarwi Asunción	76.83 a	15.20 A	8.10 a	6.20 a	5.80 a
Patón Grande	83.46 a	15.40 A	8.26 a	5.87 a	4.83 ab
PROMEDIO	82.39	15.87	8.06	5.80	4.96

Cuadro 15: ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EVALUADAS DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUCTIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)

FUENTE DE VARIABILIDAD	G. L.	LONGITUD DE VAINA (mm)	ANCHO DE VAINA (mm)	ESPESOR DE VAINA (mm)	Nº DE LÓCULOS POR VAINA	Nº DE GRANOS POR VAINA
Bloque	2	0.1	0.01	0.004	0.18	0.08
Tratamiento	10	0.24 N.S.	0.01 N.S.	0.002 N.S.	0.15 N.S.	0.34 N.S.
Error	20	0.47	0.03	0.004	0.31	0.27
Total	32					
C. V. (%)		8.31	10.26	8.01	9.72	10.45
PROMEDIO		82.39	15.87	8.06	5.8	4.96

Accesión 43, Accesión 62, Accesión 49 y el testigo local Patón grande. Se puede observar en el cuadro 16 que el rendimiento no depende del ritmo de crecimiento ya que a pesar de que la accesión 43 supera en 604.4 Kg/ha al Patón Grande, ambos tienen el mismo ritmo de crecimiento. Existe una relación entre ritmo de crecimiento y la susceptibilidad al acame, es decir, mientras las accesiones tengan un ritmo de crecimiento normal el sistema radicular va a ser más conformado y por lo tanto estar bien anclado al suelo, mientras que una planta de crecimiento lento y poco follaje, el sistema radicular está desarrollándose muy poco y por presencia de agentes dañinos internos se hace más susceptible al acame ocasionando poca producción y/o la muerte de la planta, generando pérdidas en la producción final.

4.1.18 Color de flor

En el cuadro 16 se observa que en su mayoría el color de la flor del tarwi es morado, excepto la accesión 82 que presentó una coloración rosada en la flor. Hay que recalcar que en algunos casos algunas plantas de las accesiones estudiadas presentaron ambas coloraciones (morado y rosado) esto debido a que el tarwi según menciona Camarena *et al.* (2012) presenta una proporción de polinización cruzada de aproximadamente 5 a 10%, puede superar el límite de 10% según el ecotipo y las condiciones ecológicas. Tapia (2007) menciona que el nombre “mutabilis” proviene precisamente de los cambios que ocurren en la coloración de la inflorescencia durante las diferentes fases de crecimiento, además es probable que también ocurra un alto cruzamiento ínter específico natural.

Este tipo de cruzamiento natural o polinización cruzada debe a muchos factores ya sean físicos (viento, precipitación) y/o biológicos (insectos), es por ello la presencia de los diferentes colores que puede presentar la flor del tarwi.

4.1.19 Plagas

La mayoría de accesiones, según el cuadro 17, presentaron en los primeros estadios problemas de gusanos de tierra específicamente la Asunción y accesión 30 que presentaron un ataque severo por estas larvas pero se controló a su debido tiempo realizando un control químico con Campal 250 CE (Cipermetrina) a una dosis de 0.2lt por cilindro. El control se realizó a los 34 días después de la siembra cuando el tarwi presentaba las dos hojas cotiledonales.

Cabe mencionar que en principio se realizó una evaluación para justificar la aplicación de un químico la cual dio como resultado que por metro lineal se llegó a encontrar entre 7 y 8 larvas de Noctuidos.

Se presentó problemas de una población alta de adultos de *Astylus sp.* por lo que también pudieron influir en la polinización cruzada ya que la característica principal de este adulto es alimentarse del polen de las plantas. No se llegó a programar una aplicación química ya que cuando empezaron las precipitaciones y vientos fuertes, ocasionaron la migración del coleóptero además que no hubo un daño que determinara su aplicación. Se realizó una evaluación para determinar su población obteniendo como resultado que *Astylus sp.* es indiferente de las accesiones estudiadas en el experimento por lo que se presentaban entre 5 y 6 adultos por planta.

Además se presentó un problema de larvas comedores de raíz, según reportes de Sanchez et al. (1991), representa a la familia Pyralidae realizando comeduras circundantes y profundas, dejando descubierta la médula central, donde es aprovechado por la enfermedades para su ingreso al interior de la planta de tarwi. Como consecuencia se produce detención del crecimiento, amarillamiento progresivo, defoliación y caída de flores. La presencia de la larva fue general para todas las accesiones encontrándose por planta un promedio de 4 larvas en diferentes estadíos atacando a la raíz principal.

Estas larvas empiezan a frecuentar luego de pasadas las precipitaciones, es decir, entre los meses de julio y agosto donde empieza el llenado y maduración de la vaina.

4.1.20 Enfermedades

Durante el experimento no se hizo aplicaciones para el control de las enfermedades. Se presentaron tres problemas significativos en el campo experimental debido a las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad principalmente temperatura y humedad, de los cuales fueron: Roya, Alternaria y Quemado de la planta que es ocasionado por *Phoma sp.* o *Ascochyta sp.* En el caso de la roya se presentaron dos accesiones relativamente tolerantes la Asunción y el Tarwi Asunción” (Cuadro 17), por otro lado la

Cuadro 16: ESCALA DE CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS AGRONÓMICAS EVALUADAS DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUCTIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)

ACCESIÓN	RENDIMIENTO (kg/ha)	RITMO DE CRECIMIENTO (1)	VIGOR (2)	COLOR DE FLOR	COLOR DE GRANO
Accesión 43	1795.7 a	5	2	Morado	Blanco y amarillo
Accesión 24	1323.0 ab	3	2	Morado	Blanco
Accesión 62	1498.3 ab	5	3	Morado	Blanco
PLGO 3	1642.3 ab	3	2	Morado	Blanco
Asunción	1457.0 ab	3	3	Morado	Blanco
Accesión 67	1349.3 ab	3	2	Morado	Blanco con mancha negra
Accesión 30	1370.0 ab	3	3	Morado	Blanco
Accesión 82	1362.3 ab	3	2	Rosado	Blanco con mancha negra
Accesión 49	1313.0 ab	5	3	Morado	Blanco
Tarwi Asunción	1486.7 ab	3	2	Morado	Blanco y amarillo
Patón Grande	1191.3 b	5	2	Morado	Blanco
PROMEDIO	1435.4	3.73	2.45		

(1):
 1 Muy lento
 3 Lento
 5 Normal
 7 Rápido
 9 Muy Rápido

(2):
 1 Muy bueno
 2 bueno
 3 aceptable
 4 malo
 5 muy malo

accesión 62 demostró ser susceptible a esta enfermedad, llegando a afectar hasta casi un 90% de las hojas de la plantas y en algunos casos había presencia de pústulas en las vainas, en el período de formación de la vaina.

Para el caso de la alternaria una accesión presentó tolerancia a esta enfermedad la Accesión 62, para las demás accesiones si demostraron también tener cierta tolerancia a alternaria. El testigo Patón Grande presentó una tolerancia intermedia ante la presencia de roya y alternaría.

El quemado de la planta si fue generalizada para todas las accesiones mostrándose síntomas entre ligera e intermedia, ésta se presentaba sobretodo en el tallo y ramas de la planta lo cual generaba también la caída de la planta por ser demasiado débil ocasionando el acame.

4.1.21 Acame

El acame determina si una o más plantas que por efectos climáticos y/o labores culturales ocasionan un grado de inclinación o caída de la planta.

Específicamente la caída de plantas en el experimento fue ocasionado por el tema de vientos fuertes y sanidad (enfermedades) por ello que Asunción y Accesión 67 mostraron ser susceptibles al acame (Cuadro 17) pero en general todos presentaron ésta dificultad.

4.2 CAPACIDAD SIMBIOTICA DE LAS ACCESIONES

4.2.1 Peso fresco del follaje/planta (gr)

En el cuadro 18, los resultados muestran que el peso de follaje por planta de las accesiones varió de 80.97 a 121.6 gr, siendo la media 107.6 gr. El comportamiento de las accesiones de tarwi comparado con el testigo local presentó mayor peso de follaje fresco como son la Accesión 43, Accesión 62, Accesión 82y Accesión 49.

En el cuadro 19, se tienen los resultados del análisis de variancia al 0.05 y nos indica que no existe significancia estadística alguna para los tratamientos y lo mismo sucede con la

**Cuadro 17: SUSCEPTIBILIDAD A LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LAS 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO
CONDUCIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)**

ACCESIÓN	RENDIMIENTO (kg/ha)	PLANTAS AFECTADAS POR GUSANOS DE TIERRA (3)	PLANTAS AFECTADAS POR Astylus sp. (3)	ROYA (3)	ALTERNARIA (3)	QUEMADO (3)	RESISTENCIA AL ACAME (4)
Accesión 43	1795.7 a	2	5	5	2	5	3
Accesión 24	1323.0 ab	5	5	5	2	5	5
Accesión 62	1498.3 ab	2	5	7	0	5	3
PLGO 3	1642.3 ab	5	5	7	2	2	7
Asunción	1457.0 ab	7	5	2	2	2	5
Accesión 67	1349.3 ab	5	5	5	2	5	7
Accesión 30	1370.0 ab	7	5	5	5	2	5
Accesión 82	1362.3 ab	5	5	5	2	5	3
Accesión 49	1313.0 ab	5	5	5	2	2	3
Tarwi Asunción	1486.7 ab	2	5	2	5	5	5
Patón Grande	1191.3 b	5	5	5	5	5	5
PROMEDIO	1435.4	4.54	5.0	4.82	2.64	3.91	4.64

(3): 0 No síntomas
2 Ligera
5 intermedia (tolerancia moderada)
7 severa
9 letal

(4): 3 Poco
5 Media
7 Mucha

significancia entre bloques del follaje fresco. Así mismo se encontró un coeficiente de variabilidad de 23.17%.

La diferencia de pesos entre las accesiones evaluadas no es muy marcada sin embargo puede estar influenciado por la altura de la planta, así como su incidencia en su capacidad de rendimiento de grano y la madurez de cosecha.

4.2.2 Peso fresco de raíz más nódulos (gr)

Los resultados que se presentan en el cuadro 18 indican que el sistema radicular (incluyendo nódulos) de las accesiones evaluadas varió de 10.27 a 20.88 gr, con una media de 14.33 gr. El rango del peso fresco de la raíz osciló entre 7.13 a 14.47gr con una media de 10.4 gr. El peso fresco de nódulos registrado fue demasiado bajo por lo que varió de 3.13 a 6.43 gr con un promedio de 3.90 gr.

Las accesiones de tarwi con mayor peso fresco de raíz más nódulos y peso fresco de raíz lo registraron los tratamientos accesión 82, accesión 49 y accesión 43. Las accesiones de tarwi que presentaron mayor peso fresco de nódulos fueron accesión 43 y accesión 82 con 4.60 y 4.33 gr, respectivamente. Al cortar los nódulos de las accesiones de tarwi evaluadas se apreció la coloración rojiza, pero la mayoría fue de tamaño pequeño. Se obtuvo el peso seco de los nódulos de *Rhizobium sp.* por tratamiento pero el peso no fue significativo y no se registró. El peso seco de raíz de la accesión 82, testigo local y accesión 49 alcanzaron los mayores valores con 6.30, 6.23 y 5.98, respectivamente.

Al realizar el análisis de variancia al 0.05 (Cuadro 19) no se encontró significación estadística para la fuente de tratamientos con las características evaluadas como peso fresco de raíz + nódulos, peso fresco de raíz, peso fresco de nódulos, con coeficientes de variación que se encuentran dentro del rango aceptable para este tipo de variables.

Es importante la cantidad de nódulos ya que estos aportan y enriquecen al suelo hasta con 150 Kg de N/ha/cosecha. Además existen indicios que su sistema radicular, genera condiciones letales para los nemátodos que atacan a la papa. Cerrate y Camarena, 1981.

CUADRO 18: RESULTADOS PROMEDIO DE LAS EVALUACIONES REGISTRADAS EN DE 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUCTIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)

ACCESIÓN	RENDIMIENTO (kg/ha)	PESO FRESCO DE FOLLAJE/PLANTA (gr)	PESO FRESCO DE RAÍZ + NÓDULOS (gr)	PESO FRESCO DE RAÍZ (g)	PESO FRESCO DE NÓDULOS (g)	PESO SECO DE RAÍZ (g)
Accesión 43	1795.7 a	120.08 a	15.35 a	10.75 a	4.60 a	5.73 a
Accesión 24	1323.0 ab	96.36 a	11.43 a	8.23 a	3.20 a	4.98 a
Accesión 62	1498.3 ab	116.59 a	12.54 a	9.22 a	3.32 a	5.38 a
PLGO 3	1642.3 ab	109.24 a	13.43 a	9.60 a	3.83 a	5.66 a
Asunción	1457.0 ab	93.62 a	13.28 a	9.58 a	3.72 a	4.20 a
Accesión 67	1349.3 ab	98.22 a	10.52 a	7.22 a	3.31 a	4.79 a
Accesión 30	1370.0 ab	110.36 a	14.36 a	10.25 a	4.13 a	5.52 a
Accesión 82	1362.3 ab	115.85 a	17.32 a	12.98 a	4.33 a	6.30 a
Accesión 49	1313.0 ab	121.46 a	16.94 a	13.38 a	3.57 a	5.98 a
Tarwi Asunción	1486.7 ab	103.40 a	15.03 a	11.30 a	3.73 a	5.57 a
Patón Grande	1191.3 b	100.75 a	14.67 a	11.28 a	3.40 a	6.23 a
Promedio	1435.4	107.81	14.08	10.34	3.74	5.49

CUADRO 19: ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS EVALUADAS DEL SISTEMA RADICULAR EN 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO CONDUCTIDO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)

FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	PESO FRESCO DEL FOLLAJE (gr)	PESO FRESCO DE RAÍZ + NÓDULOS (gr)	PESO FRESCO DE RAÍZ (gr)	PESO FRESCO DE NÓDULOS (gr)	PESO SECO DE RAÍZ (gr)
Bloques	2	1250.355 N.S.	19.468 N.S.	4.968 N.S.	6.924 *	5.502 N.S.
Tratamientos	10	460.593 N.S.	24.207 N.S.	14.317 N.S.	2.157 N.S.	1.402 N.S.
Error	20	622.044	22.975	14.062	1.787	2.132
C.de V. (%)		23.17	33.45	35.96	34.21	26.24
Promedio		107.609	14.331	10.43	3.9	5.56

4.2.3 Peso seco de la raíz (gr)

En el cuadro 18, se muestra el peso seco de la raíz, donde el promedio fue 5.56 gr con valores de 4.20 a 6.3 gr. Donde sobresalió y fue superior al testigo es la accesión 82 con 6.3 gr sobre los 6.23 gr que presentó el testigo Patón Grande.

Para el análisis de variancia al 0.05 que se presenta en el cuadro 19, el peso seco de la raíz no presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados ni entre bloques.

Tener un buen sistema radicular es sinónimo de buena producción pero hay factores agroclimáticos que limitan su producción máxima como en todo cultivo. Para el presente estudio, las accesiones de Tarwi son indiferentes al tipo de suelo y clima ya que se desarrollan de manera similar.

4.3 FENOLOGÍA DEL TARWI O CHOCHO

En el cuadro 20 se presenta la fenología de las 11 accesiones de tarwi o chocho donde muestra que en los primeros quince días las plantas recién empieza a emerger encontrándose una diferencia de tres días entre las accesiones, pasado los 30 días después de la siembra los cotiledones ya empiezan a colocarse de forma horizontal apreciándose los primeros folíolos del tarwi. Durante el primer desarrollo, las plantas aún presentan un crecimiento constante entre accesiones y en el segundo desarrollo las plantas presentan ramificaciones de segundo y tercer orden; y además, se observó que las accesiones empiezan a diferenciarse formando inflorescencias. Al momento de la prefloración y floración las accesiones ya empiezan a mostrar precocidad y en otras tardías, tal es el caso de la accesión 43, 62 y PGLO 3 y por otro la accesión 82 y el tarwi Asunción, respectivamente. Durante la formación y llenado de vainas hubo deficiencias de lluvias y es la fase donde los requerimientos hídricos son los mayores ya que necesitan llenar los granos, a pesar de ello se obtuvo un buen peso de 100 semillas de las accesiones. Finalmente, en la cosecha hay una diferencia de aproximadamente 10 días entre las accesiones, esto debido a que las condiciones genéticas y medio- ambientales van determinando su desarrollo fenológico, entre las accesiones más precoces para las condiciones del experimento fueron las accesiones 43, 24 y 62 y las más tardías fueron las accesiones 49, 82 y el Patón grande.

**CUADRO 20: ESTADOS FENOLÓGICOS DEL CULTIVO DE TARWI EN 11 ACCESIONES DE TARWI O CHOCHO
CONDUCTO EN OTUZCO – LA LIBERTAD (ENERO – OCTUBRE 2012)**

TRATAMIENTO	ACCESIÓN	GERMINACIÓN	EMERGENCIA	COTILEDONAR	1° DESARROLLO	2° DESARROLLO	PREFLORACIÓN	FLORACIÓN	FORMACIÓN DE VAINAS	LLENADO DE VAINAS	COSECHA
		Días después de la Siembra									
1	43	6	13	25	38	65	86	117	154	194	231
2	24	7	16	28	38	66	88	118	154	194	233
3	62	6	13	28	40	65	87	117	155	196	233
4	PLGO 3	6	13	30	40	65	86	117	155	198	241
5	Asunción	7	16	30	40	68	88	122	154	198	239
6	67	7	13	28	38	66	88	118	154	194	235
7	30	7	15	30	40	70	86	122	156	198	238
8	82	7	16	30	42	70	90	123	158	198	244
9	49	7	15	28	42	67	88	122	158	200	245
10	Tarwi Asunción	7	16	30	42	72	90	125	156	198	240
11	Patón Grande	7	15	30	40	70	88	122	156	198	244
PROMEDIO		7	15	29	40	68	88	120	155	197	238

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones que se realizó el presente trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

1. No se encontró significación estadística entre las accesiones de tarwi estudiadas; no obstante, la accesión 43 presentó el mejor rendimiento con 1796 kg/ha, siguiéndole a la accesión PLGO 3 con 1642 kg/ha. Mientras que el testigo Patón Grande obtuvo 1191 kg/ha siendo éstos resultados superiores al promedio nacional. El testigo local Patón Grande presentó un rendimiento de grano seco de 1191 kg/ha con 34.2 vainas/planta y 22.39 gr para el peso de 100 semillas, 122 días a la floración y con 244 días a la madurez de cosecha.
2. La accesión que presentó los parámetros más favorables fue la Accesión 43 presentando un rendimiento de 1796 kg/ha, 117 días a la floración, 231 días a la madurez de cosecha registrándose como la más precoz de todas las accesiones estudiados a las condiciones de Cushcanday, Otuzco. Presentó una longitud, ancho y espesor de vaina superior al promedio registrado, además presenta un vigor de grado dos que significa un buen vigor, haciéndolo moderadamente tolerante a la roya, alternaría y quemado del tallo, así como resistente al acame.
3. Se encontró una diferencia altamente significativa en cuanto a los valores de peso de 100 semillas, siendo la Asunción el valor más alto con 28.67 gr seguido de la accesión 30 con 25.81 gr superando el promedio, por otro lado el testigo Patón grande tuvo el más bajo peso con 22.39gr.
4. No se encontró diferencia estadística en los siguientes parámetros: Altura de planta, número de plantas a la cosecha, número de vainas por planta, largo, ancho y espesor de la vaina.
5. No se encontraron diferencias estadísticas en el estudio de la capacidad simbiótica de estas accesiones de tarwi en la localidad de Cushcanday para los caracteres evaluados, pero si se observó eficiencia de la simbiosis de la bacteria nativa.

6. La fenología de las accesiones de tarwi para las condiciones de Otuzco, La Libertad es la siguiente: Germinación (7 Días después de la siembra), Emergencia (15 dds), Cotiledonar (29dds), 1° Desarrollo (40dds), 2° Desarrollo 68 dds), Prefloración (88 dds), Floración (120 dds), Formación de Vainas (155 dds), Llenado de vainas (197 dds), Cosecha (238 dds)

VI. RECOMENDACIONES

1. Evaluar las accesiones estudiadas en diferentes localidades de sierra norte, centro y sur además de las épocas de siembra con el objeto de evaluar la adaptación de dichos accesiones y de esta manera comprobar su verdadero potencial del tarwi a nivel nacional e internacional.
2. Realizar evaluaciones de: densidad de siembra, niveles de fertilización (en base a fuentes de fósforo y potasio), eficiencia del rendimiento frente a las malezas, efecto y relación de insectos y enfermedades para establecer la existencia de resistencia o tolerancia y de esta manera generar un manejo integrado del cultivo.
3. Evaluar el efecto de la inoculación de *Rhizobium* de las accesiones estudiadas, así como su comportamiento.
4. Realizar un diagnóstico de las plagas y enfermedades en la raíz, tallo e inflorescencias, buscando alternativas económicas y viables para su control.

VII. BIBLIOGRAFÍA

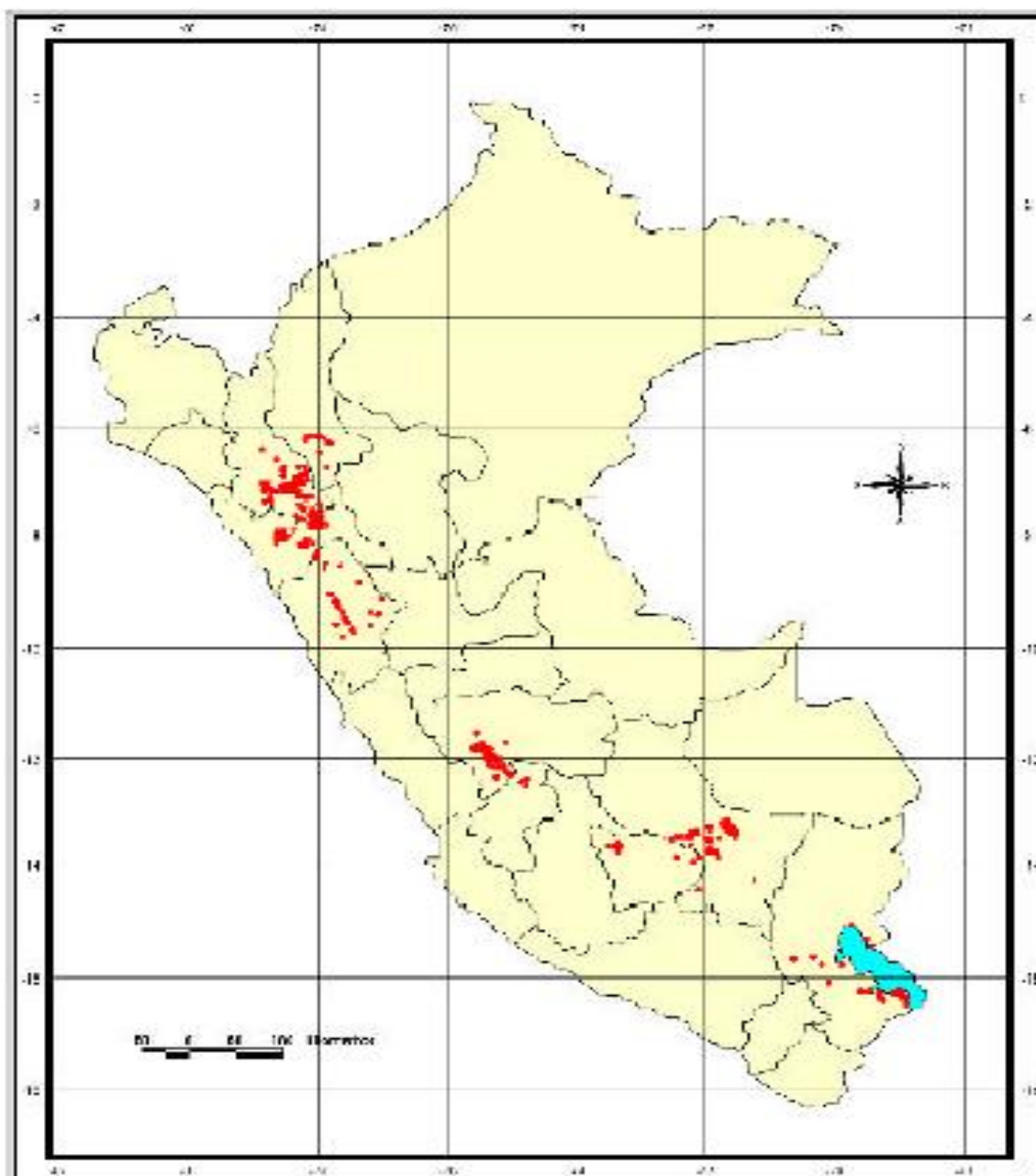
1. CAMARENA, F. y CERRATE, A. (1981). Informe en el avance del Mejoramiento Fitotécnico y Agronómico del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) por el Proyecto de Menestras de la UNALM 1974 – 1979. Departamento de Fitotecnia – UNALM.
2. CAMARENA, F; CERRATE, A; DEL CARPIO, G. (1986). Evaluación del comportamiento agronómico, rendimiento y composición química del grano de siete selecciones de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en dos localidades de la sierra centro y norte del Perú. Anales científicos UNALM: 61 – 72.
3. CAMARENA, F; HUARINGA, A; JIMENEZ, J; MOSTACERO E. (2012). Revaloración de un cultivo subutilizado: Chocho o Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Universidad Nacional Agraria de La Molina – Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.
4. CARRIÓN, R. M. (1988). Centro de Investigación del Tarwi. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú. Vol. 03
5. CASTAÑEDA, L. M. (1988). “Estudio comparativo de 10 variedades de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) conducidos en dos ambientes de la Sierra Norte y Centro del Perú”. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 90 p.
6. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1978). La fijación del Nitrógeno en el frijol. Revista Noti, CIAT – Serie AS-6.
7. COSIO, P; PIERRE, J.; RAMOS, E (2012). Formación del Compuesto de Tarwi precoz (*Lupinus mutabilis* Sweet.) en el CICA- FANZUNSAAC. Simposio de Mejoramiento de los Cultivos Subutilizados.
8. FAO (2007). Cultivos Andinos. El Cultivo del Tarwi o Chocho (http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenid/libro10/cap03_1_3.htm#Top)
9. FRANCO, J. (1991). El tarwi o lupino: su efecto en sistemas de cultivos. Informe Final del Proyecto Cooperativo GTZ-CIP.
10. GARCÍA, S. (2011). Microbiología del suelo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
11. GROSS, R. (1982). El cultivo y la utilización del Tarwi. Agencia alemana de cooperación técnica FAO.
12. HUARINGA A. (2010). Zonas ecológicas de cultivo y usos alimenticios del tarwi. Seminario Científico Cultural Plantas exitosas del Perú para el Mundo. Universidad Ricardo Palma.

13. HUARINGA A. (2012). Curso de Leguminosas de grano. Departamento de Fitotecnia. Facultad de Agronomía
14. INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (2001). El cultivo del Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet.). Fitonutrición, Enfermedades y Plagas, en el Ecuador. Boletín Técnico N° 103
15. JACOBSEN S. E. & MUJICA A. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. Botánica Económica de los Andes Centrales. 458-482.
16. LEZCANO, J. (1994). Genética y Mejoramiento de Cultivos Andinos. Programa interinstitucional de Waru Waru. Convenio: INADE/PELT – COTESU.
17. MAMAMI, M. (1982). Estudio Técnico – Económico “Producción del Tarwi en el Departamento de Puno”.
18. MINAG-DGIA. (2013). Estadística Agraria. Ministerio de Agricultura (http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult).
19. MUJICA A., AGUILAR J. Y JACOBSEN S. (2001). Resúmenes de investigaciones en Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) 1976 – 2001. 87 p.
20. MUJICA A.; JACOBSEN S.; ORTIZ R.; CANAHUA A.; GALVEZ N.; APAZA V. (2001). Investigaciones en Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.). Universidad Nacional del Antiplano.
21. MUJICA A.; JACOBSEN S.; ORTIZ R.; CANAHUA A.; GALVEZ N.; GARCÍA W. (2001). Investigaciones en Tarwi: Acción del N, P y Materia orgánica en la fijación simbiótica del nitrógeno en el cultivo de Tarwi.
22. MUJICA A. (1991). Catálogo del banco de germoplasma de los cultivos andinos Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), oca (*Oxalis tuberosa* Molina), Olluco (*Ullucus tuberosus* Lozano), mashua (*Tropaeolum tuberosum*, Ruiz y Pavon
23. NUÑEZ, E. C. (2011). “Efecto de dos cepas de *Rhizobium* sp. y microorganismos efectivos en el rendimiento de grano seco de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Canario Centenario en costa central”. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
24. Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, PLGO, 1992. Memoria Anual 1992, 25 p.
25. PLGO (2009). Investigaciones en el Instituto Regional de Desarrollo de Sierra. Informe Anual 2008. 31 p.

- 26.** ROJAS, C (1994). Interpretación de la disponibilidad de Fósforo en los suelos de Chile. Centro Regional de Investigación INIA (<http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33852.pdf>).
- 27.** SANCHEZ, G; VERGARA C. (1991). Plagas de los Cultivos Andinos. Universidad Nacional Agraria La Molina – Departamento de Entomología.
- 28.** TINEO, J. (1993). El Cultivo del Tarwi. Serie folleto: Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA).
- 29.** TAPIA, M.; Fries A. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. Primera edición.

VIII. ANEXOS

ANEXO 01: MAPA DE DISTRIBUCION DE LAS COLECTAS DE TARWI



Fuente: Mapa de distribución de las colectas de tarwi según el **Catálogo de las colecciones del Banco de Germoplasma de la SUDIRGEB–INIEA, 2007**

ANEXO 02

Instituciones que conservan Germoplasma de tarwi en el Perú

Institución	N° de accesiones	Especies	Ambiente
INIA E. E. Los Baños del Inca, Cajamarca E.E. Santa Ana , Huancayo, Junín E.E. Canaan, Ayacucho E.E. Andenes, Cusco E.E. Illpa, Puno	2103	Cultivada	Cuartos de Conservación
Universidad del Altiplano, Puno	319		Cuartos de Conservación
Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco	847		Cuartos de Conservación
Universidad Nacional del Centro del Perú	210		Cuartos de Conservación
Universidad Nacional de Cajamarca	220		Cuartos de Conservación
Universidad Nacional Agraria La Molina	120		Cámara fría

FUENTE: Camarena et al. 2012

ANEXO 03

DISTRIBUCIÓN DE LOS BLOQUES, TRATAMIENTOS Y PARCELAS EN EL CAMPO EXPERIMENTAL OTUZCO – LA LIBERTAD

I	101 T7	102 T13	103 T14	104 T9	105 T6	106 T10	107 T8	108 T2	109 T12	110 T11	111 T5	112 T4	113 T3	114 T1
II	201 T14	202 T3	203 T1	204 T5	205 T4	206 T8	207 T13	208 T11	209 T9	210 T12	211 T6	212 T10	213 T2	214 T7
III	301 T3	302 T4	303 T8	304 T14	305 T11	306 T7	307 T6	308 T2	309 T10	310 T9	311 T13	312 T5	313 T12	314 T1

ENTRADA	IDENTIFICACION
T1	Accesión 43
T2	Accesión 24
T3	Accesión 62
T4	PLGO 3
T5	Asunción
T6	Accesión 67

ENTRADA	IDENTIFICACION
T7	Accesión 30
T8	Accesión 82
T9	Accesión 49
T10	Tarwi Asunción
T11	Patón Grande

ANEXO 04

CEVICHE DE CHOCHO

- Grano de tarwi cocido y desamargado
- Tomate,
- Sal,
- Culantro
- Rocoto
- Cebolla roja
- Limón
- Cancha

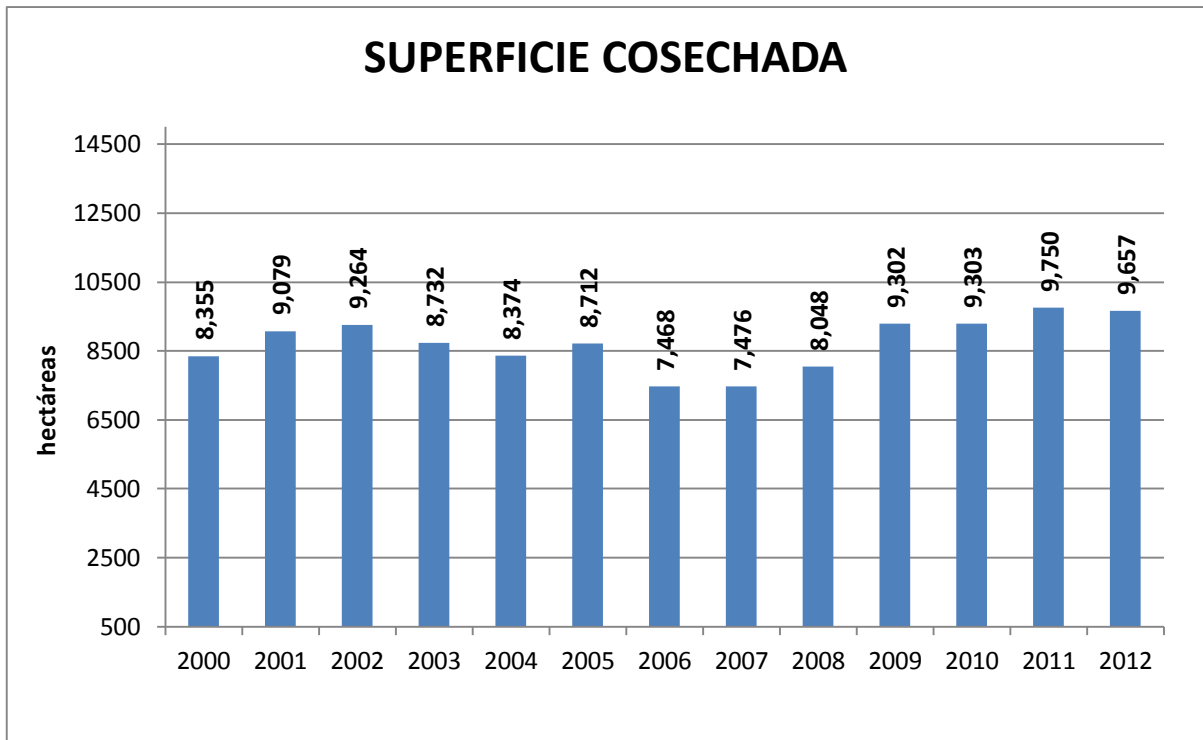
Preparación

Mezclar todo estos ingredientes en un tazón. Colocar los granos de tarwi lavados con agua fría, Picar la cebolla y el tomate muy fino.

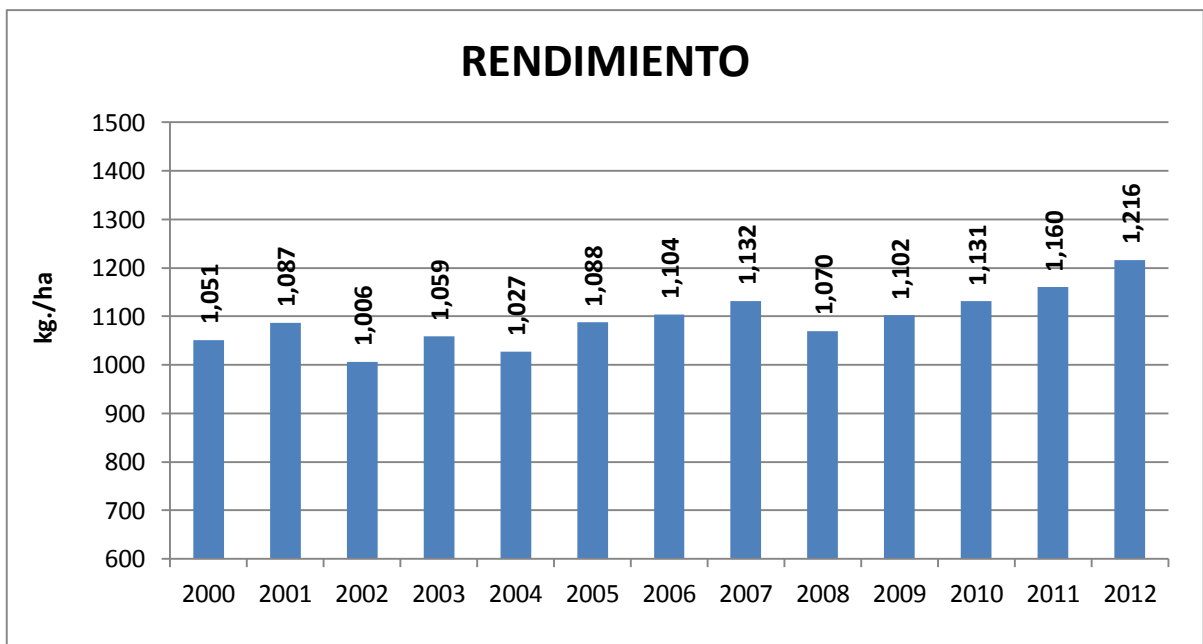
Verter la cebolla, el tomate y el culantro picado en el tazón. Agregar la sal para sazonar y puede degustarse con cancha de maíz.

FUENTE: Agricultores de la zona de Otuzco (2012)

ANEXO 05

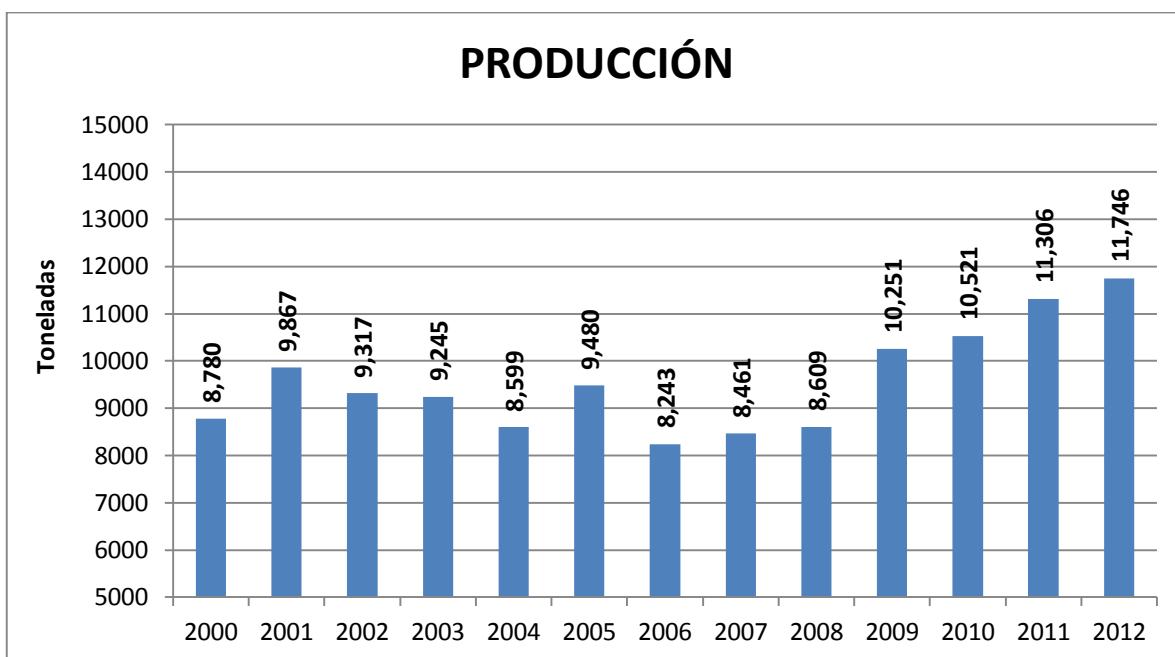


FUENTE: MINAGRI (2012)

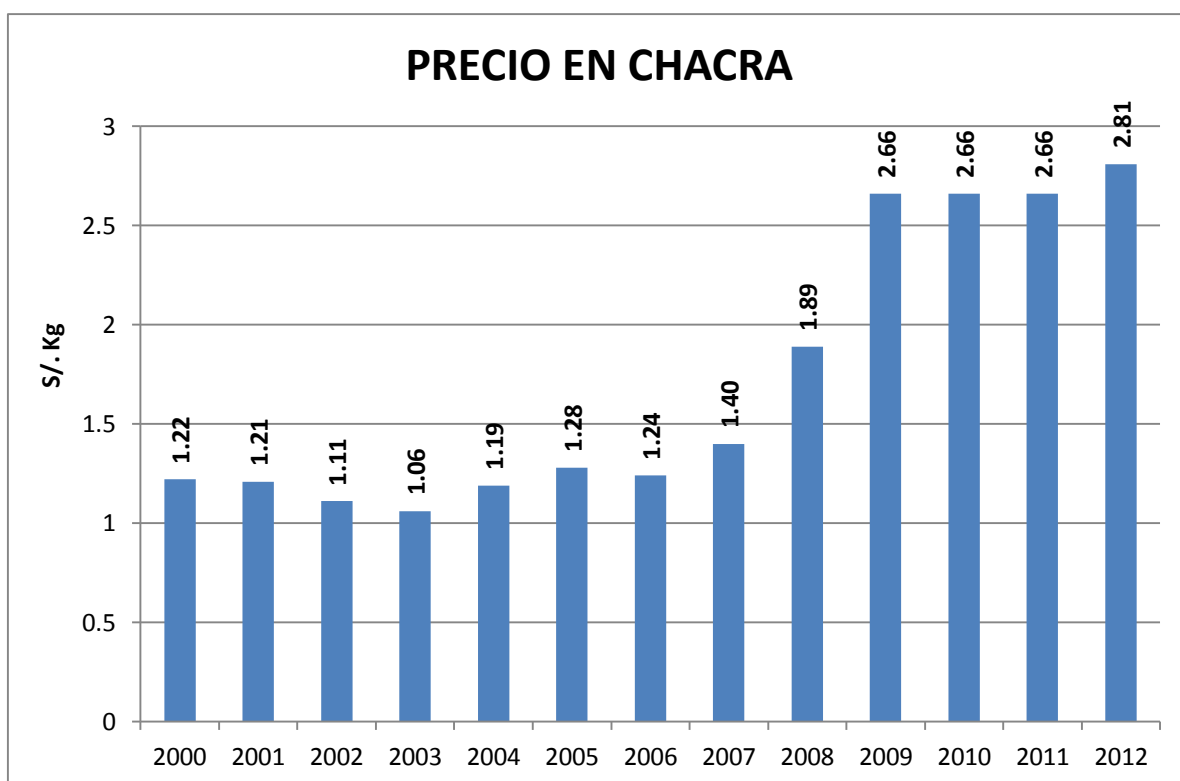


FUENTE: MINAGRI (2012)

ANEXO 06

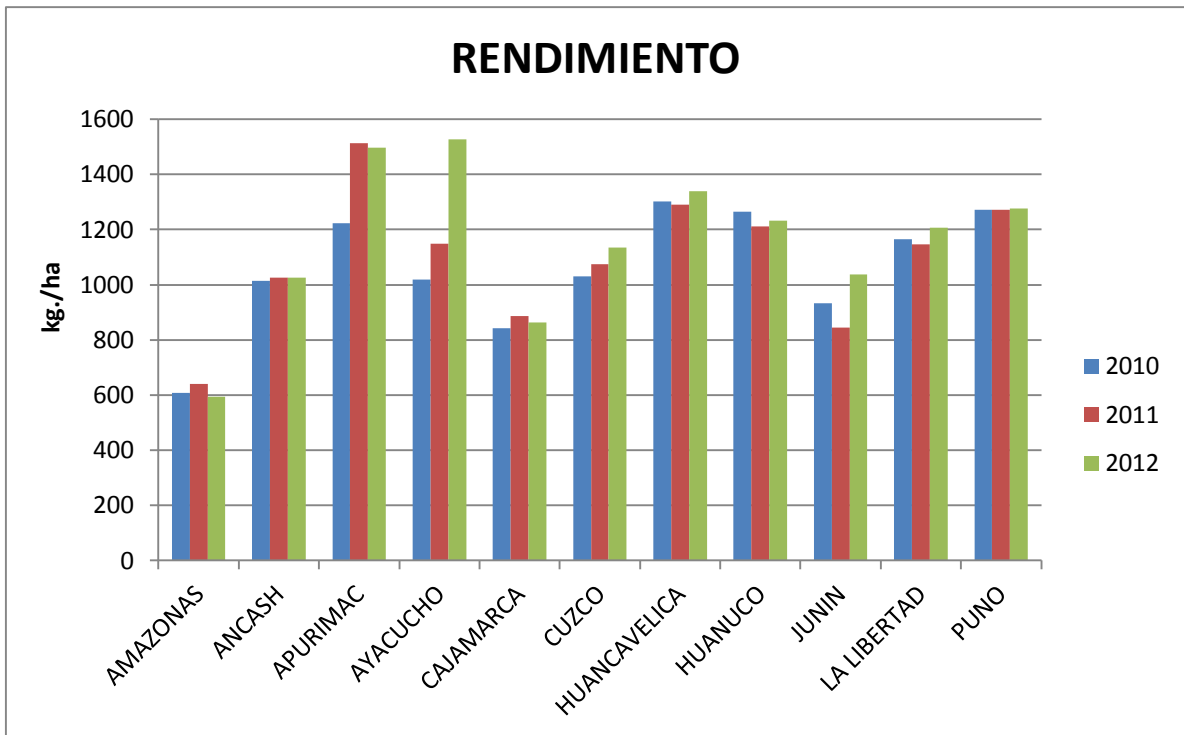


FUENTE: MINAGRI (2012)

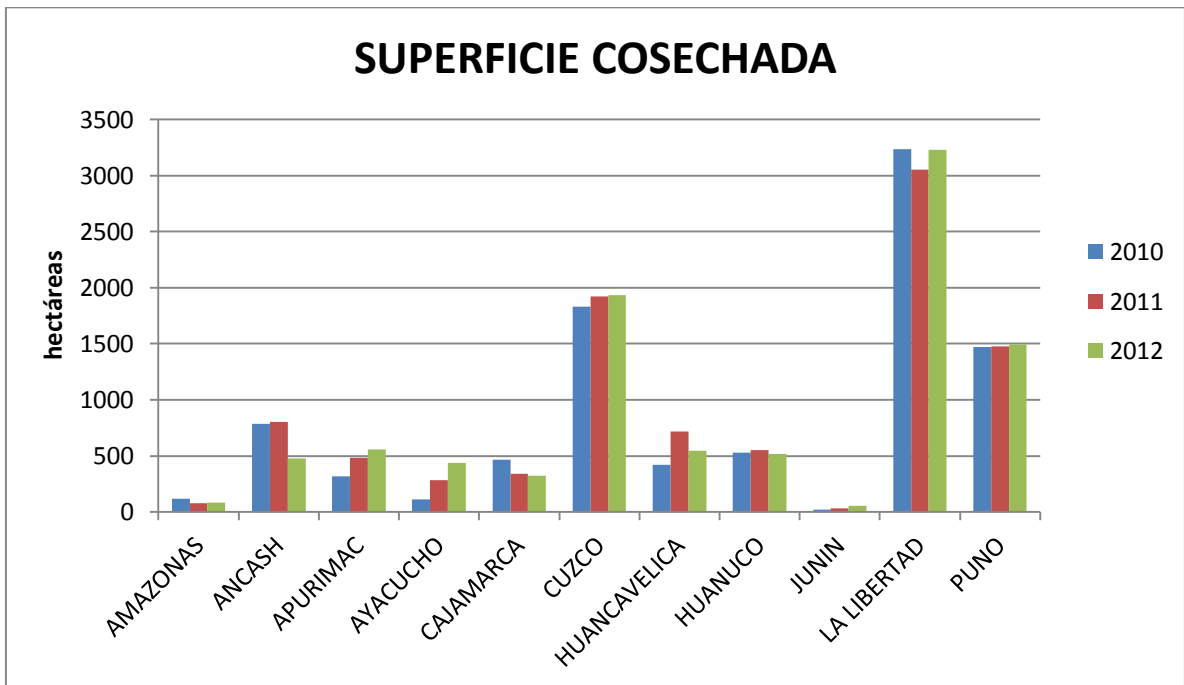


FUENTE: MINAGRI (2012)

ANEXO 07

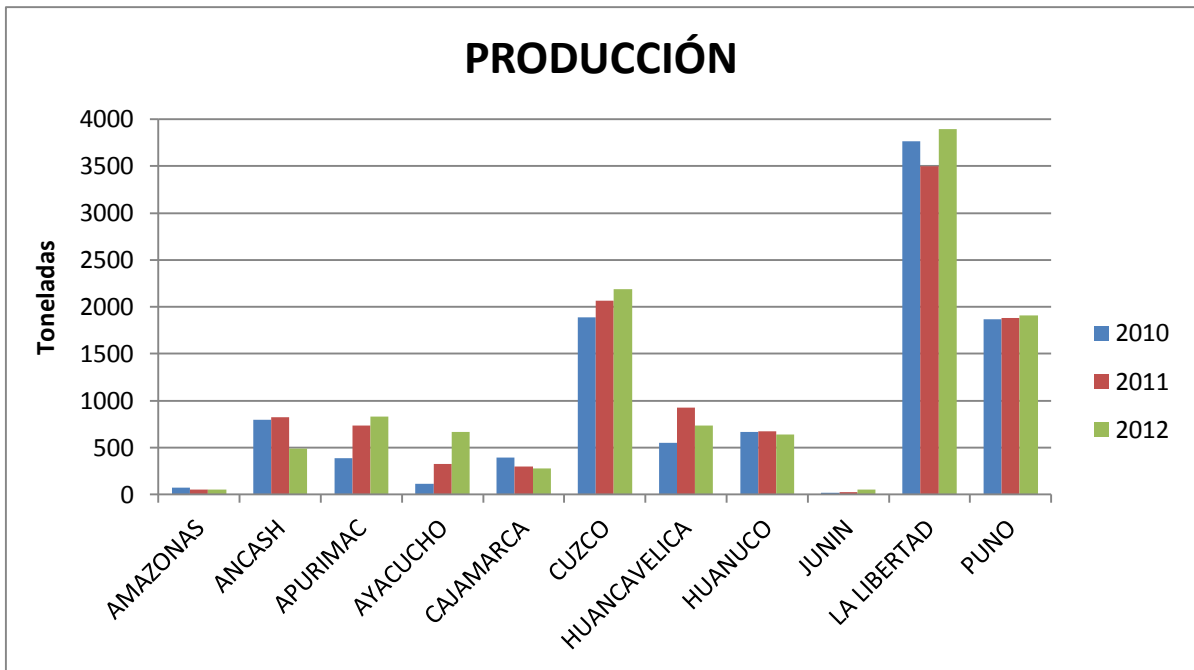


FUENTE: MINAGRI (2012)

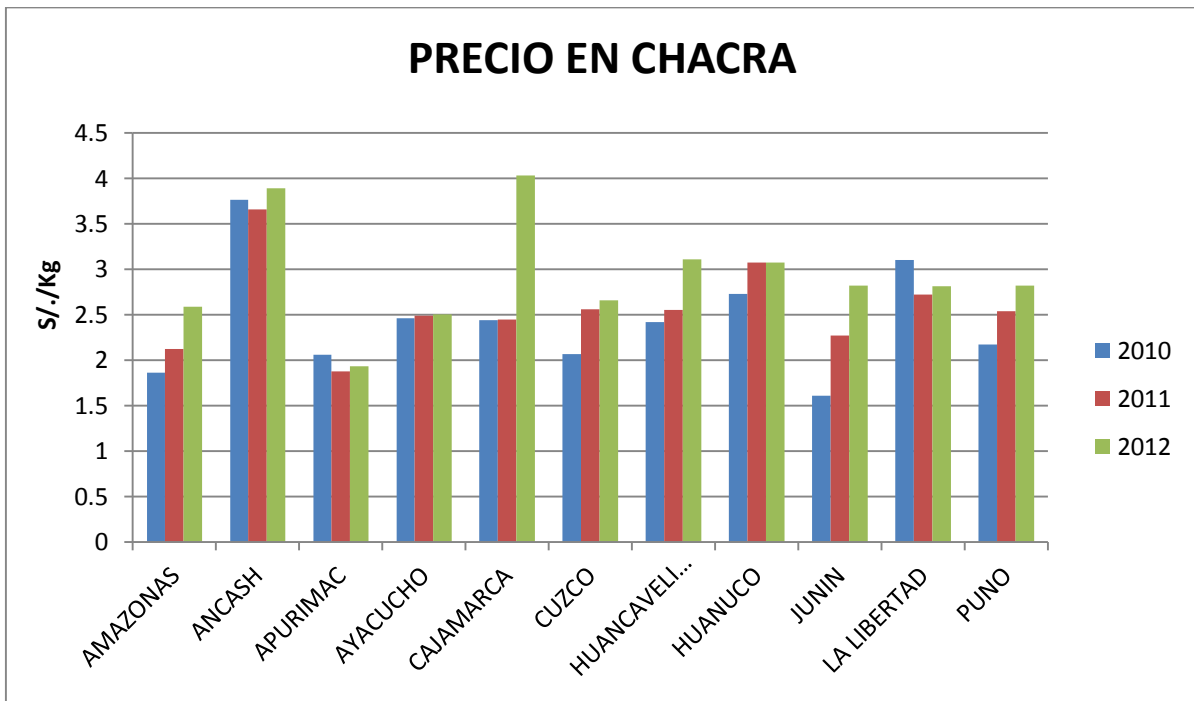


FUENTE: MINAGRI (2012)

ANEXO 08

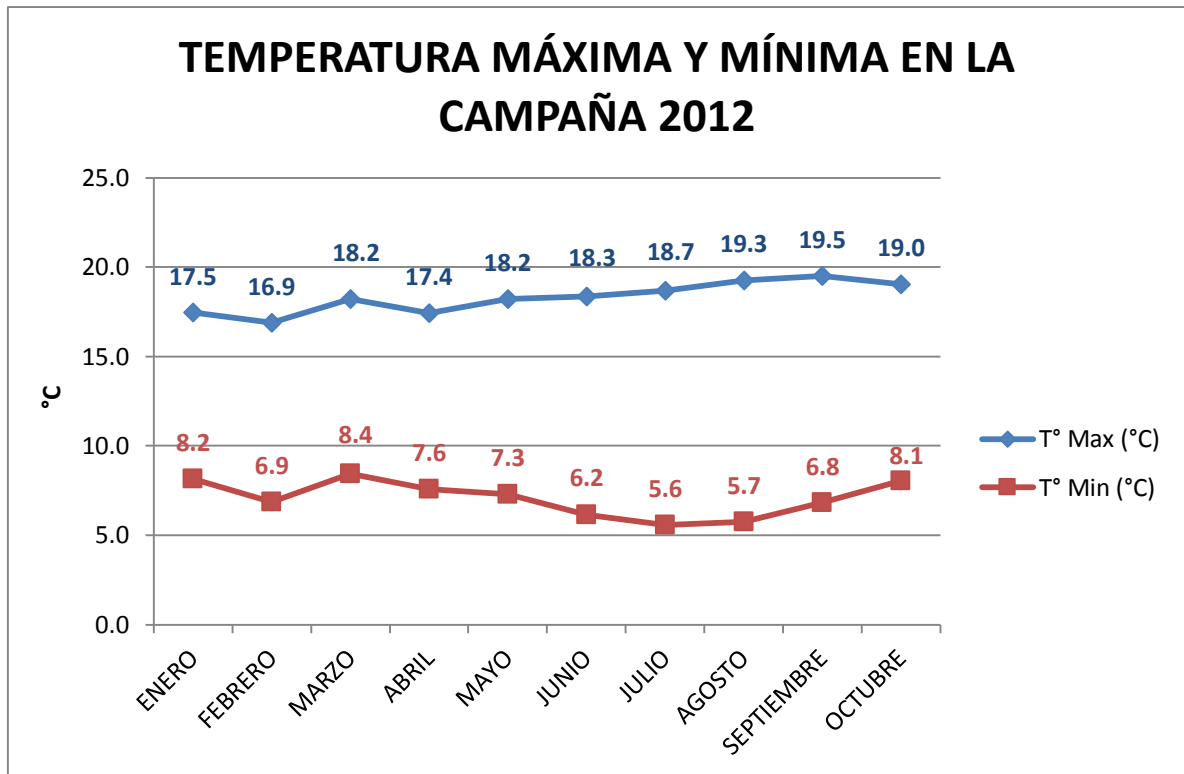


FUENTE: MINAGRI (2012)

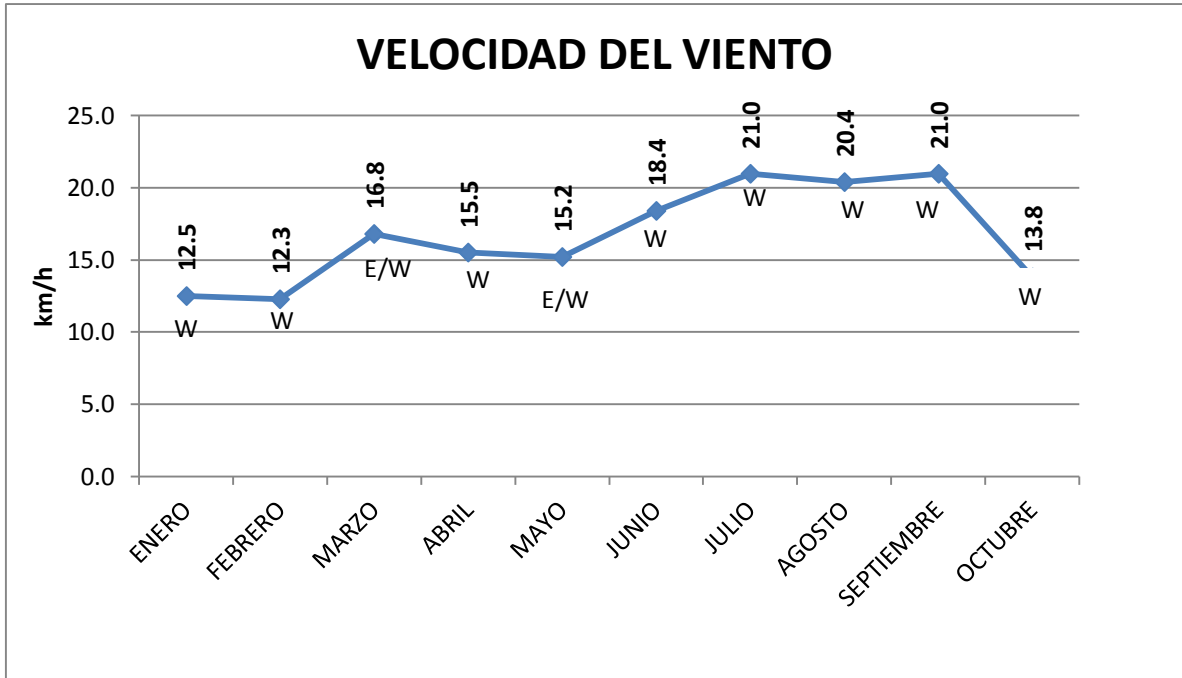


FUENTE: MINAGRI (2012)

ANEXO 09



ANEXO 10



**ANEXO 11: LÁMINAS DE ACCESIONES DE TARWI UTILIZADOS Y
EVALUADOS EN EL EXPERIMENTO**

LÁMINA 1: Accesoión 43



LÁMINA 2: Accesoión 24



LÁMINA 3: Accesoión 62



LÁMINA 4: PLGO 3



LÁMINA 5: Asunción

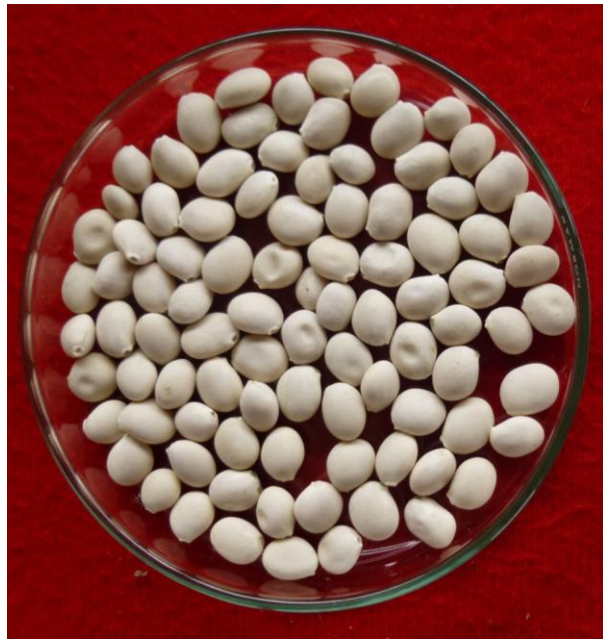


LÁMINA 6: Accesoión 67



LÁMINA 7: Accesoión 30



LÁMINA 8: Accesoión 82



LÁMINA 9: Accesoión 49



LÁMINA 10: TARWI ASUNCIÓN



LÁMINA 11: Testigo – Patón grande



LÁMINA 12: PRESENTACIONES DE CONSUMO DE CHOCHO EN OTUZCO

