

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**“EXPERIMENTACIÓN CON FERTILIZANTES FOLIARES  
PROVENIENTES DEL RECICLAJE DE RESÍDUOS ORGÁNICOS EN  
AJÍ AMARILLO (*Capsicum baccatum* L.var *pendulum*) APLICANDO  
HERRAMIENTAS PARTICIPATIVAS”**

**MANUEL GABRIEL VELÁSQUEZ RAMÍREZ**

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

**Lima – Perú**

**2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“EXPERIMENTACIÓN CON FERTILIZANTES FOLIARES PROVENIENTES  
DEL RECICLAJE DE RESÍDUOS ORGÁNICOS EN AJÍ AMARILLO (*Capsicum  
baccatum* L.var *pendulum*) APLICANDO HERRAMIENTAS PARTICIPATIVAS”**

**Presentado por:**

**MANUEL GABRIEL VELÁSQUEZ RAMÍREZ**

**Tesis para optar por el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

-----  
Dr. Sady Javier García Bendezú  
**PRESIDENTE**

-----  
Ing. Mg. Sc. Roberto Ugás Carro  
**PATROCINADOR**

-----  
Biol. Mg. Sc. Juan Juscamaita Morales  
**MIEMBRO**

-----  
Ing. Saray Siura Céspedes  
**MIEMBRO**

**Lima – Perú**

**2016**

**Dedicatoria:**

A mi familia y la familia Francia Zeballos

## **Agradecimientos**

Al ingeniero Roberto Ugás Carro, quien además de profesor fue un maestro.

A mi familia, la cual siempre estuvo respaldándome cada paso y emprendimiento.

A los agricultores Pedro Francia y José Francia por sus sabios consejos y dedicación al trabajo en el campo.

A la agrupación estudiantil Colectivo Ayni, quienes siguen apostando por un mejor futuro.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	LOS AJÍES PERUANOS	3
2.2	EL MANEJO DEL CULTIVO	6
2.3	FERTILIZACIÓN FOLIAR	8
2.4	FERTILIZANTES ORGÁNICOS LIQUIDOS	10
2.5	PRODUCCIÓN DE AJÍES	15
2.6	AGRICULTURA ORGÁNICA	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1	CARACTERÍSTICAS DE LA CHACRA	17
3.2	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	18
3.3	CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA	19
3.4	CULTIVO	19
3.5	TRATAMIENTOS	19
3.6	DISEÑO EXPERIMENTAL	22
3.7	MATERIALES	23
3.8	MANEJO AGRONÓMICO	24
3.9	EVALUACIONES	28
3.10	MÉTODO PARA LA EXTRACCIÓN DE RAICES DE PLANTAS	29
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1	CRECIMIENTO Y DESARROLLO	30
4.2	PRODUCCIÓN	35
4.3	CALIDAD	39
4.4	EVALUACIÓN ECONÓMICA	41
4.5	EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA	43
V.	CONCLUSIONES	46
VI.	RECOMENDACIONES	48
VII.	BIBLIOGRAFÍA	49
VIII.	ANEXO	54

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Ejemplo de extracción de nutrientes para ajés y pimientos.....	5
Cuadro 2: Detalles de la producción nacional de ajés al año 2013 .....	15
Cuadro 3: Análisis de caracterización del suelo en el fundo El Refugio, Mala .....	18
Cuadro 4: Temperaturas y humedad relativa desde enero hasta agosto del 2012 .....	19
Cuadro 5: Tratamientos, frecuencias de aplicación y detalles.....	19
Cuadro 6: Análisis especial de materia orgánica de cada fertilizante foliar.....	21
Cuadro 7: Principales nutrientes contenidos en los fertilizantes foliares .....	22
Cuadro 8: Medidas del campo experimental .....	22
Cuadro 9: Análisis de materia orgánica de los fertilizantes aplicados al suelo.....	24
Cuadro 10: Incidencia e intensidad de plagas durante la campaña .....	26
Cuadro 11: Productos orgánicos para el control de plagas y enfermedades .....	26
Cuadro 12: Parámetros a evaluar en el experimento (Mala, 2012) .....	28
Cuadro 13: Altura y diámetro de planta en ajé `amarillo´ (Mala, 2012).....	30
Cuadro 14: Distribución de peso seco en plantas de ajé `amarillo´ (Mala, 2012) .....	32
Cuadro 15: Porcentaje de peso seco en órganos del ajé `amarillo´(Mala, 2012).....	33
Cuadro 16: Porcentaje de peso seco en órganos de ajé `amarillo´ en dos sistemas de producción .....	33
Cuadro 17: Rendimiento por cosechas acumuladas de ajé `amarillo´ (Mala, 2012).....	35
Cuadro 18: Rendimiento máximo y mínimo del cultivo de ajé `amarillo´ en sistemas convencionales y orgánicos .....	38
Cuadro 19: Número de frutos de plantas de cosechas acumuladas de ajé `amarillo´ (Mala, 2012).....	39
Cuadro 20: Diámetro y largo del fruto de ajé `amarillo´ a la tercera cosecha (Mala, 2012)	40
Cuadro 21: Peso fresco y peso seco de ajé `amarillo´ a la tercera cosecha (Mala, 2012)...	40
Cuadro 22: Peso fresco de frutos de plantas de ajé `amarillo´ producidos en un sistema convencional y orgánico (Mala, 2012).....	41
Cuadro 23: Cantidad de fertilizante aplicado en una campaña de producción de ajé `amarillo´ (Mala, 2012) .....	43
Cuadro 24: Análisis económico por hectárea en una campaña de producción de ajé `amarillo´ (Mala, 2012) .....	43
Cuadro 25: Cronograma de actividades realizadas en el ensayo.....	54
Cuadro 26: Sub costo de labores e insumos del cultivo de ajé `amarillo´ .....	57

Cuadro 27: Sub costo de fertilizantes aplicados en cada tratamiento del cultivo de ají `amarillo´ .....	58
Cuadro 28: Costo total por tratamientos.....	58
Cuadro 29: Cantidad de fertilizante aplicado por hectárea en una campaña de producción de ají `amarillo´ basado en el agua empleada en una parcela experimental.....	59
Cuadro 30: Análisis económico por hectárea de producción de ají `amarillo´ .....	59

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Disposición espacial de las parcelas experimentales .....	23
Figura 2: Manejo Orgánico del ají `amarillo´ .....	27
Figura 3: Primera parte de método de extracción de plantas para la evaluación del peso fresco y seco de tallos, hojas y raíces de las plantas de ají `amarillo´ (primera parte).....	29
Figura 4: Altura de plantas de ají `amarillo´ (Mala, 2012).....	31
Figura 5: Distribución de la peso seco en el ají `amarillo´ (Mala, 2012) .....	32
Figura 6: Rendimiento total de plantas de ají `amarillo´ (Mala, 2012). .....	36
Figura 7: Rendimiento acumulado de ají `amarillo´ (Mala, 2012).....	36
Figura 8: Investigación participativa realizada por el estudiante y agricultor.....	45
Figura 9: Primera parte del procesado de la flor del marigol y la obtención de residuos como el agua de colca y agua de prensa.....	60
Figura 10: Plantas de ají `amarillo´ de cada tratamiento (250 d.d.t) .....	62
Figura 11: Primera cara del díptico del fundo orgánico El Refugio.....	63
Figura 12: Segunda cara del díptico del fundo orgánico El Refugio .....	64

### ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	54
ANEXO 2: COSTO DE PRODUCCIÓN.....	57
ANEXO 3: PROCESADO DEL MARIGOLD .....	60
ANEXO 4: PLANTAS EXTRAÍDAS .....	62
ANEXO 5: PROMOCIÓN DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA EN EL FUNDO EL REFUGIO.....	63

## RESUMEN

El experimento participativo tuvo como objetivo el establecer diferencias del efecto de fertilizantes foliares orgánico sobre los componentes del rendimiento de ají `amarillo´ pepper (*Capsicum baccatum* L.var *pendulum*) en una chacra orgánica familiar en el Valle de Mala (Perú). Los tratamientos 1 y 2 (proveniente de la industria del Marigold al 0.5%) y el tratamiento 3 (Microorganismos Eficientes activados al 0.5%) fueron aplicados cada dos semanas. El tratamiento 4 (proveniente de la industria de harina de pescado al 0.5%), tratamiento 5 (proveniente de la excreta de ganado al 0.5%) y tratamiento 6 (biol derivado de rastrojos de un campo orgánico al 30%) fueron aplicados semanalmente. El tratamiento 7 fue testigo. El diseño experimental fue bloques completamente al azar con 7 tratamientos y 4 bloques. No hubo significativas en la altura de plantas; sin embargo, las plantas fertilizadas fueron mayores al testigo (48.34cm), destacó el tratamiento 3 (51.79cm) y tratamiento 6 (51.62cm). No hubo significancia en la distribución del peso seco de raíz, hoja y frutos, pero sí para tallo y peso seco total; el peso de raíz fue mayor en el tratamiento 3 (22.15g) que el testigo (14.37g); el peso de hojas fue mayor en el tratamiento 6 (25.23g) que el testigo (18.41g); el peso de fruto fue mayor en el tratamiento 6 (123.60 g) y tratamiento 4 (124.20g) que el testigo (95.06g); destacó el peso de tallo en plantas fertilizadas con el tratamiento 6 (81.60g) que el testigo (50.12g) y fue mayor el peso seco total de plantas fertilizadas con el tratamiento 6 (248.48g), tratamiento 4 (228.18g) y tratamiento 3 (224.30g) que el testigo (177.96g). No hubo significancia en el rendimiento; sin embargo, las plantas fertilizadas fueron productivas hasta más de 30% que el testigo (6,853.30 t/ha), como el tratamiento 6 (9,086 t/ha) y tratamiento 4 (8,915 t/ha).

Palabra clave: ají, *Capsicum*, fertilizante foliar, fermentación y agricultura orgánica

## ABSTRACT

A participatory investigation was developed to differentiate the effect of organic foliar fertilizers on yield components of yellow chili pepper (*Capsicum baccatum* L.var *pendulum*) in an organic family farm located in the Mala Valley (Peru). Treatments 1 and 2 (from the marigold industry 0.5%) and treatment 3 (Effective Microorganisms 0.5%) were applied every two weeks. Treatment 4 (from the fishmeal industry 0.5%), treatment 5 (from livestock excreta 0.5%) and treatment 6 (biol from an organic farm 30%) were applied every week. The treatment 7 was the control. The experimental design was randomized complete block with 7 treatments and 4 blocks. There were no significant differences in plant height; however, fertilized plants were higher than the control (48.34cm) like the treatment 3 (51.79cm) and treatment 6 (51.62cm). There was no significance in the distribution of dry weight of root, leaf and fruit, except for stem and total dry weight; the root weight of the treatment 3 (22.15g) was higher than the control (14.37g); the weight of leaves of the treatment 6 (25.23g) was higher than the control (18.41g); the fruit weight of the treatment 6 (123.60 g) and treatment 4 (124.20g) were higher than the control (95.06g); the weight of stem plants fertilized with the treatment 6 (81.60g) was higher than the control (50.12g), and the total dry weight of plants fertilized with the treatment 6 (248.48g), treatment 4 (228.18g) and treatment 3 (224.30g) were higher than the control (177.96g). There was no significance in the yield; however, fertilized plants were almost 30% more productive than the control (6853.30 t / ha) like the treatment 6 (9,086 t / ha) and the treatment 4 (8.915 t / ha).

Keyword: pepper, *Capsicum*, foliar fertilizer, fermentation and organic farming

## I. INTRODUCCIÓN

El ají `amarillo` es uno de los productos representativos de Perú con gran importancia cultural y económica. Es una planta originaria y domesticada en los Andes de Perú y Bolivia, y en su cultivo participan diferentes agricultores con ingresos importantes. Su fruto es usado como un condimento característico e infaltable de la gastronomía y agroindustria peruana.

El cultivo de ají se realiza principalmente en la costa peruana, mostrando diferentes ecotipos de acuerdo a cada condición con diferencias en el hábito de crecimiento, calidad de fruto, respuesta ante patógenos y producción. Para el año 2013, la extensión sembrada fue de 4,367 ha, con una producción nacional de 43,135 t y un rendimiento promedio de 9 878 kg/ha. Su producción es principalmente realizada por pequeños y medianos productores, obteniendo ingresos variables por precio del producto que fluctúan entre S/. 1.76 a 1.14 por kilogramo en el mercado convencional (MINAGRI, 2015) y hasta S/. 6.00 por kilogramo en el mercado orgánico de Miraflores. Sin embargo, el crecimiento de la demanda en la agroindustria ha impulsado siembras a mayor escala en los últimos años.

La agricultura orgánica se expande debido a los cambios en los gustos de los consumidores hacia productos naturales e inocuos. Antes existían dificultades para el comercio de productos orgánicos, mientras hoy el gran problema es la escasez de oferta confiable. Según PROMPERU, en el año 2011 el 47 por ciento del valor de las exportaciones de productos orgánicos provino del café, banano, cacao, quinua y mango.

La agricultura orgánica requiere especial atención a la nutrición de cultivos y el suelo. Se ofrecen y elaboran productos basados en el reciclaje de fuentes orgánicas como rastrojos del campo y desechos industriales que mediante procesos biológicos como la fermentación ácido láctica transforman los residuos en sustancias capaces de nutrir a las plantas y promover la actividad microbiana del suelo. Residuos industriales como los procedentes de la harina de pescado, marigold y campos agropecuarios (excrementos de ganado y rastrojos

de las cosechas) son empleados para elaborar biofertilizantes. Su efecto en el campo es evidente al promover el crecimiento y desarrollo de las plantas, fortalecer contra eventuales plagas y patógenos y fomentar la actividad microbiana del suelo, pero aún no es suficientemente conocido sus mecanismos de acción como en el caso de los microorganismos eficientes (EM). En el año 2012 el empleo de guano, estiércol y otros abonos orgánicos fertilizar se extendió a 62 % del total de productores agropecuarios (1370000 productores), siendo este porcentaje de 64% del total de productores de costa (INEI, 2012).

La pequeña agricultura, que es conductora de unidades agropecuarias de menos de 5 ha, es importante (es el 83% del total) ya que de la población económicamente activa del país (PEA) el 26 % trabaja y vive del sector agropecuario. Sin embargo, para el año 2009, la tasa de pobreza rural ascendía a 60.3 %. Por otro lado, se estima que la pequeña agricultura es la principal abastecedora de alimentos de las ciudades ya que de cada 10 t producidas de alimento 6 provienen de la agricultura familiar del país.

Así, con el fin de promover el reciclaje de residuos procedentes del campo y la industria para elaborar fertilizantes, contribuir a fortalecer la pequeña agricultura orgánica y comprender como funciona el ají `amarillo´ en la agricultura orgánica, se realizó un experimento sobre la producción de este cultivo con distintos fertilizantes foliares orgánicos en el fundo El Refugio, el cual es una experiencia de producción orgánica certificada en el valle de Mala, con la participación directa de sus propietarios, los señores Pedro y José Francia.

El objetivo principal de la tesis fue establecer diferencias entre fertilizantes foliares orgánicos que afectarían sobre los componentes del rendimiento de ají `amarillo´. Los objetivos secundarios fueron:

- Establecer las relaciones de la fertilización sobre los componentes del rendimiento como crecimiento, desarrollo y producción
- Determinar el mejor fertilizante orgánico foliar que bajo las condiciones del Valle de Mala permitirían obtener un rendimiento cuantitativa y cualitativamente mejor en el cultivo ají `amarillo´.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 LOS AJÍES PERUANOS

#### 2.1.1 ORIGEN Y TAXONOMÍA

Los Capsicum son plantas originarias de zonas tropicales, subtropicales y templadas, entre Perú y Bolivia, a partir de la cual se extendieron a los Andes y tierras bajas de la Amazonía (Mac Leod *et al.*, 1982 citado por Nuez *et al.*, 1996). Específicamente, los ancestros del ají `amarillo´ con flores blancas se originaron en áreas relativamente secas del sur de Bolivia (Nuez *et al.*, 1996).

La clasificación general de los Capsicum es la siguiente (ITIS, 2012):

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Asteridae
Orden	:	Solanales
Familia	:	Solanaceae
Género	:	<i>Capsicum</i> L.
Especie	:	<i>C. baccatum</i> L.
Variedad	:	<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i> (Willd.) Eshbaugh.

La diversidad de los ajíes peruanos se puede agrupar de la siguiente manera (Ugás, 2013) :

- Ajíes de la costa norte: cerezo (*C. annuum*), cacho de cabra (*C. baccatum*), verde (*C. baccatum*), limo (*C. chinense*), mochero (*C. chinense*) y arnaucho (*C. chinense*).
- Ajíes costeros de producción intensiva: escabeche (*C. baccatum*), paca (*C. baccatum*), y panca (*C. chinense*).
- Ajíes amazónicos: ayuyo (*C. baccatum*), challuaruro (*C. baccatum*), charapitas (*C. baccatum*), dulce (*C. chinense*), pucunucho (*C. chinense*), malagueta (*C. frutescens*).
- Ajíes andinos: rocoto (*C. pubescens*), rocoto de huerta (*C. pubescens*) y rocoto de la selva (*C. pubescens*).
- Otros: pipi de mono (*C. annuum*).

## 2.1.2 MORFOLOGÍA DE LOS CAPSICUM

El ají presenta una raíz axomorfa ramificada que mide entre 30 a 60 cm. Al inicio, tiene una forma triangular con un eje de crecimiento que posteriormente, en la superficie, forma una densa masa de raíces absorbentes. Su peso resulta entre 7 y 17 % del peso total de la planta, dependiendo del tipo varietal y especie (Nuez *et al.*, 1996).

En la primera ramificación, a partir de la plúmula del embrión se desarrolla el tallo principal. El eje del epicotilo contiene meristemas apicales que posteriormente desarrollarán primordios florales. Después sigue una fase de rápido desarrollo de brotes y formación de flores. A partir de una intensa división de todos los órganos llega a una altura entre 15 a 20 cm. En general, todo *Capsicum* termina un ciclo de crecimiento del brote y la producción de un número específico de órganos florales, para después iniciar otro ciclo. Un conjunto completo de hojas y flores se denomina *unidad simpodial* y una generación de brote se llama *antocladio* (Child, 1979 citado por Nuez *et al.*, 1996). Finalmente, sigue una etapa de lento crecimiento y desarrollo de frutos. Presentan hojas lanceoladas, alternas y sinuosas en la base que se une al tallo en la base con el peciolo (Nuez *et al.*, 1996).

Las flores son hermafroditas perfectas. Las formas domesticadas muestran flores solitarias en cada nudo como los *C. baccatum*, siendo la excepción los *C. annuum* y *C. chinense* que muestran entre una a más flores por nudo (Nuez *et al.*, 1996). Los *Capsicum* tienen la siguiente fórmula floral: K(5-8), [C(5-8), A (5-8)] G(2-4). Las flores del ají 'amarillo' (*C. baccatum* var. *pendulum*) son solitarias en cada nudo y tiene una corola blanca o blanca verdosa con manchas amarillas presentes en ambos lados de la vena central de cada pétalo. El cáliz de los frutos maduros no presenta una constricción en la unión con el pedicelo y presenta venas prologadas con dientes pronunciados (Nicho, 2003).

El fruto se define como una baya hueca, llena de aire con forma de cápsula. La maduración del fruto implica cambios cuantitativos en su composición asociados a cambios de color, sabor, textura y olor. Como en la mayoría de ajíes de fruto inmaduro verde, disminuye la concentración de clorofilas y aumenta la de pigmentos carotenoides. Temperaturas entre 15 a 35 °C son adecuadas para la maduración en general para todos los ajíes (Nuez *et al.*, 1996).

### 2.1.3 CONDICIONES ÓPTIMAS PARA EL CULTIVO DE AJÍ AMARILLO

El porcentaje de materia seca acumulada en los distintos órganos vegetativos varía según el estado fenológico. Las hojas representan el 50 % de la materia seca desde el trasplante hasta la primera cosecha. Después, los frutos representan el 65 % del total de la materia seca acumulada (Rincón *et al.*, 1993 citado por Nuez *et al.*, 1996).

La iluminación es clave, siendo importantes la calidad de la luz y el fotoperiodo. Las temperaturas requeridas para el ají son variadas de acuerdo a su estado fenológico. La temperatura mínima para la germinación es 13° C y la ideal es 18°C; para el crecimiento vegetativo, 15°C con un óptimo de 20°C; para la diferenciación floral y cuajado de fruto , 18°C y máxima de 25°C. Si durante la floración y fructificación no hay temperaturas adecuadas, se producen pocos frutos y de mala calidad. (Nicho, 2003). La producción ideal de materia seca se realiza entre 20 a 25°C (Nuez *et al.*, 1996).

El requerimiento hídrico de los ajíes es variado, sin embargo bajo condiciones entre primavera y verano, desde el trasplante hasta la última cosecha, su requerimiento pueden fluctuar entre 1100 a 1450 mm por ha (MISTI, 2015). El pH del suelo óptimo se ubica entre 5.5 a 7 (Ugás *et al.*, 2000).

La dosis usual de fertilización en la costa central era de 180 N - 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 100 K<sub>2</sub>O para un rendimiento entre 12-16 t/ha (Ugás *et al.*, 2000). Actualmente, la dosis de fertilización de Capsicum en la costa central es de 120 N-150 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-100 K<sub>2</sub>O-100 CaO-100 MgO (MISTI, 2015). En el cuadro 1 se muestra ensayos experimentales con distintas extracciones:

**Cuadro 1: Ejemplo de extracción de nutrientes para ajíes y pimientos**

Cutivar	Rendimiento (kg/ha)	Total (kg/ha)					Fuente
		N	P	K	Ca	Mg	
ají amarillo ( <i>Capsicum baccatum</i> var <i>pendulum</i> L.)	17,092.5	270.9	21.4	416.3	134.3	42.4	Castillo (2014)
Ancho ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	18,000.0	265.7	25.8	461.5	135.5	43.4	Bertsch (2003)
Vencedor ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	8,340.0	225.6	20.7	180.00	102.0	32.0	Arteaga (2012)
Mulator ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	8,000.0	207.4	26.8	290.00	116.0	13.0	Arteaga (2012)

FUENTE: Arteaga (2012), Bertsch (2003) y Castillo (2014)

## **2.2 EL MANEJO DEL CULTIVO**

A continuación se presentan experiencias del cultivo de diversos ajíes empleando en su manejo humus de lombriz, ácidos húmicos, estiércol de ganado, cultivos de cobertura y micorrizas.

### **a. Vermicompost (Humus de lombriz)**

Experiencias sobre el empleo de humus de lombriz en el cultivo de pimiento muestran su influencia en la producción de materia seca. La experiencia se realizó en el Centro Agropecuario de UFES en Alegre (Brasil). Se comparó la aplicación de 12 t/ha de vermicompost y 20t/ha de estiércol de ganado vacuno en ausencia y presencia de fertilizantes químicos. En promedio, el abonamiento orgánico junto a fertilizantes químicos aumentó el peso medio de frutos y su rendimiento en 7 t/ha más a comparación de un tratamiento a base solo de fertilizantes químicos que fue 13 t/ha. Su efecto se puede atribuir a la mejora de las características físicas y químicas del suelo por su utilización, además de estructurar y aumentar la capacidad de intercambio catiónico, proporcionando mayor cantidad de nutrientes para las plantas. Así, la materia orgánica es eficiente en la producción de pimiento y aumento de su productividad (Ribeiro *et al.*, 2000).

### **b. Ácidos húmicos**

La aplicación de ácidos húmicos a las hojas y al suelo dio como resultado mayores rendimientos y mejor calidad de los frutos de pimientos cultivados orgánicamente. Por ejemplo a 20 ml/l de una solución de ácido húmico al 22 % resultó un rendimiento de 73.8 t/ha. Presentó una actividad similar a hormonas, quizás por mayor absorción de nutrientes minerales debido al incremento de la permeabilidad de células. También se planteó la hipótesis de que las hormonas de crecimiento de las plantas pueden ser adsorbidos sobre fracciones húmicas y por lo tanto influirían en el crecimiento y desarrollo de plantas en un efecto hormonal / húmico combinado (Atiyeh *et al.*, 2002 citado por Karakurt *et al.*, 2009). Esto se debería a grupos intercambiables de auxinas en la macroestructura de ácidos húmicos (Canellas *et al.*, 2000 citado por Karakurt *et al.*, 2009).

### **c. Compost y cultivo de cobertura**

Se realizó una experiencia en el cultivo de pimiento para determinar las combinaciones óptimas de fertilidad del suelo, bajo un manejo orgánico y convencional

durante 3 años (2001-2003) en Iowa (EE.UU). Se compararon combinaciones de dos fertilizantes sintéticos y abonos orgánicos como compost, y un tratamiento de los cultivos de cobertura de vezo piloso (*Vicia villosa*) y centeno (*Secale cereale*). Para el primer años de estudio, el crecimiento y el rendimiento del pimiento orgánico igualaron o sobrepasaron la producción convencional cuando el fertilizante orgánico a base de compost proporcionó 56 y 112 kg/ha de N respectivamente, superando en hasta 15 t/ha a la producción convencional que fue 16.7 t/ha. Estos resultados indican que los suplementos de N tan bajo como 56 kg N/ Ha de enmiendas orgánicas basadas en el carbono puede ser suficiente para la producción de pimiento orgánico. En la fertilidad del suelo después de la cosecha, el C del suelo total en el tratamiento a base de fertilizante orgánico fue más alto que el tratamiento convencional después de tres años de incorporaciones, lo que sugiere que el C orgánico se estaba acumulando en comparación con el sistema convencional. En el caso de cultivo de cobertura, después de 3 años de incorporaciones (tercer año de estudio), los rendimientos a base de tratamientos orgánicos en promedio fue 17,105 kg/ ha, mientras los tratamientos convencionales promediaron 12,424 kg/ha. El resultado también muestra claramente que el N inorgánico del suelo, especialmente el nitrato-N, aumentó como resultado de la incorporación vezo piloso (*Vicia villosa*) (Delate *et al.*, 2008).

#### **d. Estiércol de ganado y fertilizantes**

De Araujo *et al.* (2007) en la microrregión de Brejo Paraíba (Brasil) estudiaron el efecto del estiércol de ganado vacuno y la aplicación foliar de biofertilizantes (fertilizantes foliares orgánicos) en el rendimiento de pimiento. En la aplicación foliar de biofertilizantes se obtuvo 485 g por planta y 9,6 t/h, mientras que con la aplicación de estiércol produjo 14 t/ha. La aplicación al suelo hizo obtener una producción promedio de 410 g de frutos por planta y un rendimiento de 8,3 t/ha. La cantidad adecuada de estiércol fue capaz de satisfacer las necesidades de macro nutrientes en las plantas, debido al aumento de los niveles de N, P y K disponibles, siendo el K el elemento cuyo contenido alcanza valores más altos del suelo, por el uso continuo. La enmienda pudo proporcionar la mejora de las condiciones físicas del suelo, haciendo que estos elementos estén altamente disponibles para las plantas. A la vez, el suministro adecuado de nutrientes tales como N, junto con otros factores, expande el área fotosintética, asegura el desarrollo de las plantas por crecimiento vegetativo y aumenta el potencial de rendimiento (De Araujo *et al.*, 2007).

### **e. Estiércol de ganado, compost y fertilizantes**

Navarro (2014) realizó una experiencia de cultivo de ají cerezo (*Capsicum annuum* L.) empleando distintas fuentes de fertilizantes orgánicos aplicados al suelo en el campo del Programa de Hortalizas de la UNALM. Se empleó una fertilización de fondo a base de estiércol de ganado vacuno, compost y una alternativa comercial denominada MO-STD. También se realizó una aplicación complementaria a base de guano de islas caracterizado por presentar nutrientes en forma disponible en menor tiempo y en mayor cantidad desde su aplicación. Entre los resultados se encuentra que el ají cerezo de Lambayeque probó ser un cultivo de buen desempeño para las condiciones de costa central, con rendimientos que superaron las 13 t/ha. El mayor rendimiento total fue obtenido con la aplicación MO-STD + MO-STD con 13151.80 kg/ha siendo 67% más productivo que el testigo, seguido de cerca por el abonado con estiércol de vacuno + guano de islas con 11,985.50 kg/ha (52% > Testigo) y el tratamientos Compost + guano de islas, con 11,581.30 kg/ha, aunque en estos tres primeros tratamientos el rendimiento total fue estadísticamente similar según Duncan. El desempeño del MO-STD parece estar determinada por las sustancias húmicas presentes en su formulación, por la alta concentración de ácidos fúlvicos que actúan como bioestimulantes, aumento de la CIC del suelo y por su gran acción quelatizante de microelementos (Navarro, 2014).

### **2.3 FERTILIZACIÓN FOLIAR**

La fertilización foliar es un medio para suplir o complementar nutrientes, a los cultivos, reflejándose en la producción solo si es usado en cantidades adecuadas y oportunas (Rodríguez, 1996). La penetración de los nutrientes se realiza por la cutícula que actúa como un débil intercambiador catiónico debido a sus cargas negativas atribuidas a sustancias pécticas y polímeros de cutina no esterificados. En ella se produce un gradiente, desde el exterior hacia el interior de la pared, permitiendo el ingreso de iones. (Yamada *et al.*, 1964). Actúan grupos hidrofílicos, caracterizadas por dejar pasar el agua e iones, y grupos lipofílicos, caracterizados por permitir ingresar sustancias no polares (Rodríguez, 1996). También ingresan nutrientes a través de los estomas, ubicados en el haz y/o envés de las hojas (Salas, 2002). Las sustancias pasan por los ectodesmos, que son espacios de baja densidad menor a las fibrillas en las zonas de las paredes primarias y secundarias. Luego, las sustancias absorbidas deben franquear las membranas celulares por medio de una absorción activa, requiriendo gasto energético (Rodríguez, 1996).

Finalmente las sustancias nutritivas se mueven dentro de las plantas por la transpiración vía xilema, las paredes celulares, el floema y los espacios intercelulares. Su movimiento por el floema se inicia desde las hojas donde son absorbidas y se sintetizan fotosintatos dirigiéndose a los lugares de demanda o almacén (Salas, 2002).

La efectividad de la fertilización foliar varía con la especie y las sustancias involucradas, y la duración del proceso de absorción, la cual fluctúa en grandes rangos (Vinisio, 2002). Intervienen factores externos como la concentración del producto, la valencia de los elementos, los nutrientes involucrados, el ión acompañante, el modo y tecnología de aplicación. A la vez, hay factores internos propios de la planta como su metabolismo, permeabilidad de la membrana y el grosor de la cutícula (Salas, 2002).

Al aumentar la temperatura se incrementa la absorción de nutrientes debido a la menor fluidez en la matriz de la cutícula y el incremento en la tasa de difusión de solutos a través de la hoja. El aumento de la humedad relativa tiene un efecto positivo en la absorción foliar de nutrientes debido a su efecto sobre el espesor de la capa de aire sobre las hojas, permitiendo preservar los solutos aplicados en solución. En cambio, la aplicación en condiciones de baja humedad relativa y alta temperatura puede originar quemaduras al elevar la concentración de productos, resultando del rápido secado de la solución sobre la superficie de la hoja (Segura, 2002). Si hay un suministro deficiente de agua a la planta se afecta la nutrición de la planta, produciendo trastornos severos. Así la nutrición por la vía radicular es limitada siendo una alternativa la vía foliar (Salas, 2002).

Los fertilizantes foliares orgánicos contienen bioestimulantes que son compuestos a base de hormonas vegetales, fracciones metabólicamente activas y extractos vegetales conteniendo muchas moléculas bioactivas; son usados principalmente para estimular el rendimiento y para aumentar la resistencia al estrés causado por condiciones adversas. Además, existen bioestimulantes cuya composición se basa en aminoácidos, moléculas formadoras de las proteínas y enzimas que existen en las plantas (Rojas y Ramírez, 1987; Bietti y Orlando, 2003 citados por Vaca, 2011).

El modo de acción de los bioestimulantes puede explicarse de varias maneras. Ellos producen antioxidantes, corrigiendo el metabolismo de plantas bajo estrés causado por sustancias oxidantes (Saborio, 2002). Las plantas se hacen más resistentes al ataque de insectos debido a que son más vigorosas y pueden producir más de los compuestos

defensivos como son los polifenoles que energéticamente son más caros (Saborio, 2002). Hay ahorro energético y formación de sustancias biológicamente activas por aminoácidos (la absorción de aminoácidos es sencilla, ingresando entre un 5 y 20% antes de un día a comparación de los presentes en la hoja) ya que no hay gasto energético en sintetizar aminoácidos favoreciendo la producción de proteínas (Arjona, 2015), a la vez se estimula la formación de clorofila, ácido indolacéticos, vitaminas, y la síntesis de numerosos sistemas enzimáticos. En general, los biestimulantes promueven la floración, cuajado de frutos, aumento del tamaño, coloración, riqueza de azúcares y vitaminas en las plantas. (Saborio, 2002).

## **2.4 FERTILIZANTES ORGÁNICOS LIQUIDOS**

El fertilizante orgánico líquido también es conocido como biofertilizante y es un efluente líquido obtenido de la fermentación metanogénica de la materia orgánica y el agua (Santos 2001 citado por De Araujo *et al.* 2007). También se define como el residuo final de la fermentación de los compuestos orgánicos que contienen células vivas o microorganismos latentes (bacterias, levaduras, hongos filamentosos y algas) y sus productos metabólicos (Alves *et al.*, 2001 citados por De Araujo *et al.*, 2007).

### **2.4.1 BIOL**

Es un fertilizante líquido de origen natural producto de la fermentación anaeróbica de materia orgánica en sustancias simples gracias a diversos organismos. Es producto de los biodigestores que además generan biogás (gas combustible) (Guerrero, 1993). Es cómodo y barato porque los insumos provienen de la zona y se preparan en corto tiempo (Colque *et al.*, 2005), propicia mejor rendimiento y calidad de productos (Arana, 2011).

Un biodigestor es un espacio hermético de cualquier material, en la que el estiércol animal y vegetal se fermentan para la producir gas metano y otros productos. Los parámetros adecuados de calidad del biol son la materia orgánica (relación de C/N aproximada de 20 a 25 como leguminosas), la temperatura de digestión (25-35°C), el pH (7.0) y las condiciones anaeróbicas del digestor. La cantidad de agua ideal es 90 % en peso total, dependiendo de la materia prima destinada a la fermentación (Suquilanda, 1996).

La aplicación foliar debe realizarse en bajas diluciones. La proporción con agua es muy variada y se encuentran desde 25 al 75 % (Suquilanda, 1996). Se puede aplicar de 3 o 5 veces en los momentos más críticos, empapando bien las hojas. Para un mejor efecto, se

pueden incluir adherentes para así impedir la caída del producto por lavados; entre los adherentes se encuentran la leche o suero de leche (Guanopatín, 2012).

Las características resaltantes de un biol proveniente del Fundo Bioagricultura Casa Blanca son un pH igual a 7.3; CE 14.7 dS/m; N 0.09%; P 0.01 %; K 0.23%; Ca 0.02%; Mg 0.02%; Na 0.07%. Es una fuente importante de bioestimulantes y nutrientes. Promueve el enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), amplía la base foliar, mejorar la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas (Gomero, 2000). Los bioestimulantes que contienen los bioles son subproductos de las bacterias que realizan la fermentación anaeróbica. Entre ellas se encuentran adeninas, purinas, giberelinas y citoquininas (Aparcana y Jansen, 2008).

En el campo del Programa de Hortalizas de la UNALM, Barrios (2001) evaluó el efecto de diferentes concentraciones de biol aplicados al suelo y foliarmente en el cultivo de vainita, en la que no encontró diferencias significativas, sin embargo destacó las mejoras en rendimiento y parámetros de calidad tales como longitud, diámetro y peso promedio de frutos cuando las aplicaciones de biol al suelo o foliares fueron al 100%.

A la vez, Delgado (2002) realizó una experiencia de fertilización foliar en el cultivo de pepinillo para encurtido (*Cucumis sativus* L.) cultivar “Blitz” en el campo del Programa de Hortalizas de la UNALM. Los tratamientos fueron fertilizantes foliares convencionales y biol al 30 y 50%. Entre los resultados se encontró que la aplicación de fertilizantes foliares durante la cosecha provocó un efecto inmediato de incremento en la producción y se obtuvo un alto porcentaje de frutos de primera y segunda categoría (60% de la producción total). En condiciones ambientales favorables los fertilizantes foliares convencionales incrementaron su producción mientras que en condiciones desfavorables fue la acción de los bioles la que estimuló el mayor desarrollo foliar e incremento del rendimiento, los mayores porcentajes de materia seca en tallos y raíces los obtuvo el tratamiento a base de biol al 50% con 13.67% y 18.18% respectivamente, con un rendimiento de 25,68 t/ha.

Es importante resaltar que tanto Barrios (2001) y Delgado (2002) utilizaron biol producido en el fundo Bioagricultura Casablanca (Pachacamac), donde se utiliza como materia prima principal el guano de cuy. Ugas *et al.* (2000) mencionan que el guano de cuy supera largamente en contenido de K al estiércol de vacuno (fresco), cerdo, caballo y conejo, lo que explicaría el valor relativamente alto de K en el biol.

### **2.4.2 FASTBIOL**

Es un fertilizante orgánico producido por la fermentación anaeróbica de excreta de ganado y melaza conjunto a la adición de un consorcio microbiano llamado B-lac. Se elabora a partir de la recolección de excretas frescas de ganado vacuno (60%), las cuales pasaron por un proceso de pre tratamiento (pasteurización a 80°C por 15 minutos para después dejarla enfriar). El siguiente paso consiste en la fermentación láctica de la excreta con melaza (20%) y un inóculo de B-lac (20%). Así el preparado final consiste en melaza, B-lac y excreta pretratada; de ella la parte sólida recibe el nombre de Fastbiol 20. Las características resaltantes son un pH igual a 4.02; CE, 26.40 ds/m; N, 1.43%, P, 0.62%; K, 3.03% (Peralta, 2010).

El Fastbiol es un fertilizante orgánico que aún está en evaluación. La experiencia conocida consistió en la determinación del efecto del Fastbiol 20 en la germinación de las semillas de lechuga (*Lactuca sativa L*); en ella se realizó la prueba presuntiva de la dosis de inhibición media (Sobrero, 2004 citado por Peralta, 2010). La evaluación conducida por 120 horas determinó que la dosis ideal es 0.1% de Fastbiol ya que obtuvo un alto porcentaje de germinación mayor al 80 %, permitiendo el desarrollo y crecimiento normal de las plántulas. Los parámetros a la mencionada dilución fueron un pH igual 7.29 y una CE igual a 0.92 dS/m (Peralta, 2010).

### **2.4.3 ALOPES FORTE**

Es un fertilizante foliar producto de la fermentación láctica de hidrolizados (entre ellos aminoácidos y péptidos) de restos de la industria de anchoveta. La industria pesquera procesa varias especies de peces destinadas a la producción de alimentos. De los restos (cabeza, agallas, vísceras, espinazo y otras) alrededor del 50 % es desechada (Berenz, 1998 citado por Bossio, 2007). En su proceso no son incluidos los huesos; por ello el fertilizante no es rico en fósforo.

Las características resaltantes son un pH igual a 3.80; CE 24.10 ds/m; N 2.04% que es el resultado de la acción de las enzimas proteasas sobre proteínas; P 0.25 % en forma de fosfato de calcio; K 0.84% resultante del aporte de pescado y melaza; Ca 0.37% (Bossio, 2007). Sin embargo, también incluye Na en forma iónica con 0.21% y que en cantidades excesivas pueden ser tóxicas para las plantas (Bossio, 2007) y pudiendo impedir la absorción de agua en las plantas por la alcalinización de los suelos (Hurtado, 2003).

#### 2.4.4 MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)

El EM es un cultivo microbiano mixto que crea un ambiente favorable para el crecimiento y desarrollo saludable de la planta. (Higa y Wididana, 1991). El estudio de los EM fue iniciado en la década de los años 70 por el Dr Teruo Higa, profesor de la Universidad de Ryukyus (Japón), con el objetivo de mejorar el uso de la materia orgánica en la producción agrícola, empleándose popularmente en Japón y Brasil. El uso del EM complementa la práctica de la agricultura natural mesiánica propuesta por Mokiti Okada en 1935 en Japón (Coutinho *et al.*, 2009).

Los grupos de microorganismos eficientes son bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y bacterias ácido lácticas. Las bacterias fotosintéticas (*Rhopseudomonas* spp.) usan secreciones de raíces, materia orgánica y/o gases (sulfuro de hierro) como sustrato y la luz solar como energía (Stainer *et al.*, 1992), para producir aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares favorables para las plantas. Las levaduras (*Saccharomycetes* spp.) emplean aminoácidos y carbohidratos para sintetizar vitaminas, hormonas y enzimas que pueden estimular el crecimiento y la actividad radicular de las plantas. Los actinomicetos producen sustancias antimicrobianas a partir de aminoácidos que suprimen hongos y bacterias dañinas para la planta. Las bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* spp.) obtienen ATP a través de fermentaciones de carbohidratos formando ácido láctico como un producto principal (Stainer *et al.*, 1992) y tienen un poder selectivo por la elevada acidez que elimina la competencia de otros microorganismos.

Los beneficios de los EM son (Higa y Wididana, 1991):

- Fomentar la diversidad de microorganismos, permitiéndole al suelo obtener condiciones supresivas para eventuales patógenos como *Fusarium* sp.
- Solubilizar nutrientes para hacerlos disponibles para las plantas, así en algunas experiencias, los EM podrían influir en la mayor solubilización de fósforo.
- Aumentar la tasa fotosintética de las plantas, relacionándose a mayor crecimiento y producción debido a bacterias fotosintéticas y bacterias fijadoras de nitrógeno.
- Brindar aminoácidos y azúcares asimilables íntegramente por la planta, el cual permitiría realizar diferentes actividades metabólicas a la planta. Ellas serían solubilizadas gracias a la acción de bacterias acidolácticas.

#### 2.4.5 AGUA DE COLCA Y AGUA DE PRENSA

Los nombres científicos del marigold son *Tagetes erecta* y *Tagetes patula*, pertenecientes a la familia Asteraceae. Son originarias de México y América Subtropical. El cultivo tiene diversos fines como ornamental, medicinal y complemento del alimento de aves de corral o como planta tintórea. Los pétalos se emplean en la industria para obtener harina de marigold, la cual proporciona los pigmentos de xantofila. Se emplean como alimento balanceado de aves de corral para brindar un color vistoso y atractivo a la carne de pollo y yemas de huevo. También se obtiene oleorresina que es un producto resultante de la extracción del aceite constitutivo vía un solvente (Vizcarra proyectos, 2012).

Antiguamente la producción del marigold se realizaba en México y Perú, sin embargo por altos costos en la producción, especialmente a la elevada mano de obra en la cosecha, su costo aumento, trasladándose la mayor producción a China e India. Para el 2010 China poseía la mayor oferta de marigol a nivel mundial con 75 %, la India con alrededor del 20 % y el resto para países como México y Perú (Torres, 2011). En Perú las zonas productoras más importantes eran Lurín, Huaral, Chancay, Barranca, Chosica, Virú, Chira y Piura (Vizcarra proyectos, 2012).

El procesado sigue los siguientes pasos:

- **Armado de colca:** Disposición de flores cosechadas en espacios amplios durante 3 a 7 días. De ella se libera un residuo líquido llamado agua de colca.
- **Prensado de flores:** Con una prensadora se extrae el líquido contenido en las flores, este es llamado agua de prensa
- **Secado:** Las flores son transportadas a un secador de 12 vueltas (80°C) y horno (250°C)
- **Molido:** Ya secas se las extrae y muele en un molino. Eventualmente se aplica un antioxidante natural.
- **Embolsado:** Las flores secas son contenidas en sacos de 25 kg. Se pueden llenar 10 sacos en una hora de trabajo.

De los pasos mencionados, el agua de colca y agua de prensa son los residuos líquidos más importantes a los cuales se les desea dar un uso alternativo.

## 2.5 PRODUCCIÓN DE AJÍES

Para el año 2013 se registró detalles sobre la producción total de ajíes a nivel nacional y en las principales regiones de producción, como se aprecia en el siguiente cuadro 2:

**Cuadro 2: Detalles de la producción nacional de ajíes al año 2013**

Lugar	Superficie Sembrada (ha)	Producción Anual (t)	Rendimiento (kg/ha)	Precio promedio en chacra anual (S./kg)
<b>Nacional</b>	4,367	43,135	9,878	1.37
<b>Lima</b>	1,153	9,349	8,108	1.11
<b>Lima (capital)</b>	328	6,239	19,002	1.05
<b>Tacna</b>	1,078	11,082	10,280	1.65
<b>La Libertad</b>	387	9,728	25,156	1.17
<b>Ancash</b>	214	1,001	4,675	1.40
<b>Loreto</b>	520	928	1,784	0.30

FUENTE: MINAGRI (2015)

La producción de ají ‘amarillo’ está orientada al consumo en fresco, sembrándose en mayor cantidad el tipo “zanahoria”, el cual es una selección realizada por el agricultor por su tolerancia al transporte y al sistema de comercialización (Nicho, 2003). En los últimos años se ha desarrollado un gran crecimiento de la agroindustria del ají ‘amarillo’.

Recientemente se logró modificar el reglamento de importación de frutas y verduras de EE.UU que incluye a los Capsicum frescos. Para ello se requeriría controlar las moscas de las frutas y realizar e inspecciones técnicas en los sitios de cultivos y empacadoras. Con esta medida se esperaría exportar variedades, entre frescos, secos y envasados, en los próximos tres años por un valor de US\$ 500 millones. Entre las variedades más comercializadas están pimientos morrones, jalapeños, los sweetypeppers, sweetydrops y ajíes nativos como el ají ‘amarillo’ (Agraria.pe 30 setiembre 2015).

## 2.6 AGRICULTURA ORGÁNICA

La producción orgánica se basa en una producción agrícola, armoniosa con el medio ambiente, que respete la integridad cultural, optimice el uso de los recursos naturales y socio ambientales, con el objetivo de realizar una producción sostenible (CONAPO, 2006). Los movimientos en agricultura orgánica a nivel mundial la definen como “un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa fundamentalmente en los procesos ecológicos, la

biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos. La agricultura orgánica combina tradición, innovación y ciencia para favorecer el medio ambiente que compartimos y promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los que participan en ella” (IFOAM, 2008).

En el país, la producción orgánica se ha desarrollado en 23 regiones, siendo en total 486,602 ha. De ellas, 331,286 ha son certificadas y 155,315 ha se encuentran en transición. La región más protagónica es San Martín con 11,371 productores, y el de mayor área es Madre de Dios (SENASA, 2014). Por otro lado, en el mundo ya existen 172 países en los que se practica la agricultura orgánica ocupando 43.7 millones de ha, en la que trabajan 2.3 millones de agricultores, registrándose a la vez ventas por 80 mil de millones de dólares para el 2014 (FIBL e IFOAM, 2016).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CHACRA**

El ensayo se realizó en el fundo orgánico El Refugio, ubicado en el valle de Mala de la costa central, en la ecoregión del Desierto del Pacífico, a 85 km al Sur de la capital Lima. Sus coordenadas geográficas son 12°40'46.78" S y 76°37'30.20" O y se realizó entre enero y setiembre del año 2012.

Mala es un valle de 6,000 ha de extensión con un promedio de una hectárea por propietario. El valle se ha caracterizado por ser un lugar ideal para la producción de manzanos de la variedad Delicia el cual ocupa la mitad de la extensión cultivable. Esta variedad es exitosa por su producción todo el año (De la Cruz y Bazo, 2001).

El fundo El Refugio es un campo de producción orgánica certificada. Junto a otros agricultores del Valle de Mala forman parte de la asociación Biofrut y, a nivel nacional, de la Asociación Nacional de Productores Ecológicos (ANPE). Producen frutas y hortalizas como manzana, durazno, paca, uvas, zarzamora, ciruelos, y también lechugas, albahaca, papa, frijol y diversos ajíes. Además, procesan frutas en mermeladas, licores y jugos. Posee una maquinaria de tracción y equipos sencillos y adecuados para el espacio. En ella se promueve la biodiversidad de animales y plantas. La producción del fundo es realizada por la familia Francia Zevallos con muchos años de experiencia. Comercializan sus productos en la Bioferia de Miraflores y en diversos restaurantes. Con el ingreso de las ventas y los alimentos producidos, la familia puede sostenerse económicamente.

La agrupación estudiantil Colectivo Ayni de la Universidad Nacional Agraria – La Molina y con apoyo del Proyecto Capsicum del Programa VLIR - UNALM, gestionado desde el Programa de Hortalizas, viene apoyando el “Programa Agroecológico El Refugio” en el Fundo y tiene como objetivo el apoyar que se establezca un centro de promoción de la agricultura orgánica y familiar en el valle. Gracias a ello miembros de la agrupación han realizado investigaciones relacionadas con el efecto de abonos orgánicos y fermentados de microorganismos sobre la producción de ají ‘amarillo’ y también el efecto de riegos parciales sobre la producción de ají panca, así como otras actividades de proyección social.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Según el análisis de caracterización del suelo (Cuadro 3), la textura del suelo es moderadamente gruesa; reacción, ligeramente alcalina; conductividad eléctrica, muy ligeramente salina; capacidad de intercambio catiónico (CIC), baja; porcentaje de sodio intercambiable (PSI), bajo. El contenido de carbonatos es medio; materia orgánica, bajo; fósforos, alto; potasio, medio. El suelo presenta un adecuado drenaje y permeabilidad que permite controlar el flujo y retención de agua suficiente para el cultivo. El pH ligeramente alcalino está relacionado con el contenido medio de carbonatos provocando una ligera limitación de calcio a la planta. La salinidad disminuiría debido al riego por gravedad siendo adecuado para el cultivo. El aporte de nutrientes por parte de la materia orgánica (N) al igual que el K es bajo, pero es alto para P; así es necesaria la fertilización para satisfacer las necesidades del cultivo. El bajo porcentaje de sodio intercambiable (6.6%) no impediría el crecimiento y desarrollo del cultivo. La CIC o fertilidad potencial del suelo es ligeramente baja; el aporte eventual de materia orgánica aumentaría su capacidad.

**Cuadro 3: Análisis de caracterización del suelo en el fundo El Refugio, Mala**

Valores analizados		Resultado
pH (1:1)		7.69
C.E. (1:1) dS/m		2.35
CaCO <sub>3</sub> %		2.40
M.O. %		1.43
P ppm		18.0
K ppm		210
Textura	Arena	60
	Limo	27
	Arcilla	13
Clase textural		Franco arenoso
CIC Cmol(+)/kg		9.12
Cationes cambiables Cmol(+)/kg	Ca <sup>++</sup>	6.31
	Mg <sup>++</sup>	1.68
	K <sup>+</sup>	0.52
	Na <sup>+</sup>	0.61
	Al <sup>+++</sup> + H <sup>+</sup>	0.0
Suma de cationes Cmol(+)/kg		9.12
Suma de bases Cmol(+)/kg		9.12
Saturación de bases %		100

FUENTE: Laboratorio de suelos, plantas, agua y fertilizantes -UNALM 2012

### 3.3 CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA

Se tomaron los datos meteorológicos de la estación Punta Lobos del SENAMHI, ubicada en el Distrito de Pucusana, provincia de Lima y en la Región Lima. La estación costera se encuentra a 3 km del fundo. En el cuadro 4 se muestra la temperatura y humedad relativa medidas fueron:

**Cuadro 4: Temperaturas y humedad relativa desde enero hasta agosto del 2012**

Año 2012	T°max	T° min	HR %
Enero	24.6	17.7	98
Febrero	24.6	18.4	92.5
Marzo	24.6	18.9	92
Abril	25.4	17.2	94.71
Mayo	21.4	16.9	91.25
Junio	22.3	17.1	92
Julio	21	16.1	87.79
Agosto	17.7	14.8	93

FUENTE: Estación Punta Lobos del SENAMHI 2013

### 3.4 CULTIVO

Se utilizaron semillas de ají `amarillo´ del tipo zanahoria (*Capsicum baccatum* var. pendulum) provenientes del banco de germoplasma del Programa de Hortalizas de la UNALM (Proyecto Capsicum VLIR-UNALM).

### 3.5 TRATAMIENTOS

Se emplearon 6 fertilizantes foliares producto de la fermentación de la materia orgánica en el cultivo de ají `amarillo´. Fueron aplicados en mochilas agrícolas 25 L. Las dosis aplicadas fueron sugeridas por cada fabricante de los productos para el cultivo de ají. En el cuadro 5 se muestra las características de las aplicaciones y los productos:

**Cuadro 5: Tratamientos, frecuencias de aplicación y detalles**

Tratamiento	Fertilizantes Foliares	Procedencia	Dosis	Frecuencia de Aplicación
T1	Agua de colca	Empresa Agromerks.A.	0.5%	Cada dos semanas
T2	Agua de prensa	Empresa Agromerks.A.	0.5%	Cada dos semanas
T3	EMA	Empresa BIOEMS.A.C	0.5%	Cada dos semanas
T4	Alopes Forte	Laboratorio de Bioremediación UNALM	0.5 %	Semanal
T5	Fastbiol	Laboratorio de Bioremediación UNALM	0.5 %	Semanal
T6	biol	Bioagricultura Casa Blanca	30%	Semanal
T7	Agua	El Refugio		Semanal

FUENTE: Elaboración propia 2016

- a. Agua de colca (T1):** Producto activado por la mezcla de agua de colca (5%), melaza (5%), agua (90%) y papaya verde licuada (contiene papaína, la cual acelera la hidrólisis de proteínas). Esta preparación se aplicó al 0.5%.
- b. Agua de prensa (T2):** Producto activado por la mezcla de agua de prensa (5%), melaza (5%), agua (90%) y papaya verde licuada (contiene papaína, la cual acelera la hidrólisis de proteínas). Esta preparación se aplicó al 0.5%.
- c. EMA (T3):** Fertilizante activado por la mezcla del producto comercial EM-1 (5%), melaza (5%) y agua (90%). La preparación es recomendada por el fabricante. Esta preparación se aplicó al 0.5% según recomendaciones del proveedor.
- d. Alopes Forte (T4):** Fertilizante elaborado por la fermentación láctica de hidrolizados del residuo de la industria pesquera junto a la adición de un consorcio microbiano (B-lac). La preparación es recomendada por el fabricante.
- e. FastBiol (T5):** Fertilizante elaborado procedente de la fermentación anaeróbica de excreta de ganado y melaza junto a la adición de un consorcio microbiano también llamado B-lac.
- f. Biol (T6):** Fertilizante elaborado por la fermentación anaeróbica de excreta de cuy y residuos de campo agrícola procedente de la finca orgánica certificada Bioagricultura Casa Blanca.

Como se ha podido observar, los productos Alopes forte, Fastbiol y biol se usan directamente sobre el cultivo una vez diluidos. Los productos agua de colca, agua de prensa y EM deben ser activados, es decir, mezclados con melaza, papaya y agua para que, a través de la fermentación ácido láctica, pueda formar bioestimulantes y nutrientes asimilables para la planta.

En el Cuadro 6 se muestra el análisis de caracterización de los fertilizantes (formulación final) empleados en el ensayo:

**Cuadro 6: Análisis especial de materia orgánica de cada fertilizante foliar**

<b>Características</b>	<b>Agua de colca</b>	<b>Agua de prensa</b>	<b>EMA</b>	<b>Alopesforte</b>	<b>Fastbiol</b>	<b>Biol</b>
<b>pH</b>	3.4	3.4	3.4	3.8	3.8	7.4
<b>CE dS/m</b>	15.8	14.4	11.6	24.1	23.4	16.4
<b>Sólidos totales g/l</b>	55.7	53.8	26.6	330.9	210.6	32.7
<b>Materia orgánica g/l</b>	41.4	41.1	18.1	283	168.2	11.6
<b>N mg/l</b>	1,036	1,876	5,040	20,454	5,096	1,120
<b>P mg/l</b>	119	94	38	2,541	1,196	167
<b>K mg/l</b>	4,880	4,560	3,120	8,480	7,560	7,400
<b>Ca mg/l</b>	716	8	539	3,748	2,860	217
<b>Mg mg/l</b>	352	304	208	1,160	1,360	61

FUENTE: Laboratorio de suelos, plantas, agua y fertilizantes-UNALM 2012

La cantidad de agua empleada para la aplicación de los tratamientos Agua de Colca, Agua de Prensa y EMA fue 10500 l en 24 aplicaciones; mientras para la aplicación de los tratamientos Alopesforte, Fastbiol y Biol se empleó 5250 l en 12 aplicaciones, siguiendo las recomendaciones de los fabricantes.

El volumen de agua utilizado se basó en la práctica habitual del agricultor Pedro Francia, quien utiliza únicamente insumos orgánicos, generalmente producidos en su propia chacra, y que tiene una concentración de nutrientes menor que muchos productos comerciales. El agricultor Pedro Francia se preocupa por realizar aplicaciones que cubran casi la totalidad de las hojas de sus cultivos, lo cual se traduce en volúmenes de aplicación bastante altos y tiempos de aplicación considerablemente mayores que en siembras comerciales de mayor extensión. Estimamos que aplicaciones comerciales son aproximadamente hechas con volúmenes de agua 5 veces menores que los utilizados por el agricultor por hectárea. Esto por su puesto impacta en la cantidad total de nutrientes que aportó cada tratamiento.

En el cuadro 7 se muestra la cantidad de nutrientes que se incorporaron por los fertilizantes foliares en 1 ha durante una campaña de producción comercial, asumiendo volúmenes totales de 10500 l en 24 aplicaciones y 5250 l en 12 aplicaciones.

**Cuadro 7: Principales nutrientes contenidos en los fertilizantes foliares**

Fertilizante	Agua de colca	Agua de prensa	EMA	Alopesforte	Fastbiol	Biol
<b>Dosis</b>	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	30.00%
<b>Aplicaciones (N°)</b>	12	12	12	24	24	24
<b>Fertilizantes foliar aplicado (l/ha/campaña)</b>	26.3	26.3	26.3	52.5	52.5	3,150.0
<b>N (kg/ha)</b>	0.03	0.05	0.13	1.07	0.27	3.53
<b>P (kg/ha)</b>	0.63	0.49	0.20	26.68	12.55	1.75
<b>K (kg/ha)</b>	0.1281	0.1197	0.0819	0.4452	0.3969	23.31
<b>Ca (kg/ha)</b>	0.0188	0.0002	0.0142	0.1968	0.1502	0.6836
<b>Mg (kg/ha)</b>	0.009	0.008	0.005	0.061	0.071	0.191

FUENTE: Elaboración propia 2016

### 3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue bloques completamente al azar (DBCA) con 7 tratamientos (más el testigo) y 4 bloques. Se realizaron la comparación de medias con pruebas de Duncan con los niveles de significancia 0, 0.001, 0.01, 0.05 y 1, siendo más significativo el cercano a 0 y menos significativo el cercano a 1. El modelo aditivo lineal fue:

$$Y_{ij} = u + t_i + b_j + e_{ij}$$

**Dónde:**

i= 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 tratamientos

j = 1, 2, 3, y 4 bloques

Y<sub>ij</sub>= Valor observado del

i-ésimo tratamiento en el J-ésimo bloque

u= media general

t<sub>i</sub>= efecto l-ésimo tratamiento

b<sub>j</sub> = efecto del j-ésimo bloque

e<sub>ij</sub>= efecto del error experimental que recibió el i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

#### a. Área experimental

El campo experimental tuvo un área de 504 m<sup>2</sup>. Las características del área experimental se presentan en el cuadro 8:

**Cuadro 8: Medidas del campo experimental**

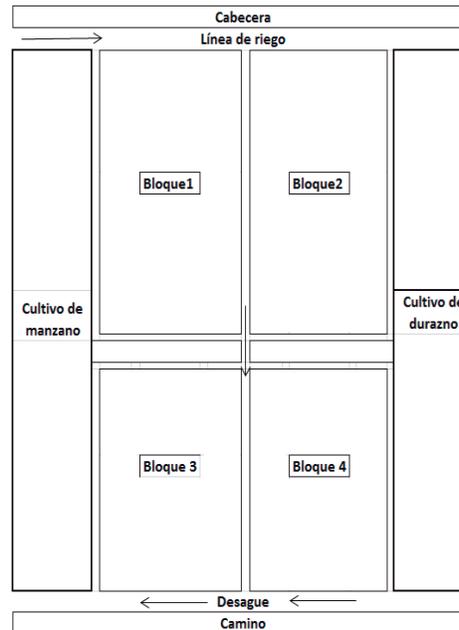
Detalle	medida
Número total de parcelas	28
Número de camellones por parcela	3
Largo total de parcela (m)	4
Distancia entre surcos (m)	1.5
Ancho total de parcela (m)	4.5
Área total de parcela (m <sup>2</sup> )	18
Número de tratamientos	7
Número de bloques	4
Área neta experimental (m <sup>2</sup> )	504

FUENTE: Elaboración propia 2016

## b. Disposición de los bloques

Se muestra la disposición de los bloques en el campo en la figura 1.

**Figura 1: Disposición espacial de las parcelas experimentales**



FUENTE: Elaboración propia 2016

## 3.7 MATERIALES

Se muestran los materiales y equipos empleados desde la preparación del terreno hasta la evaluación del ensayo.

### a. Almácigo

- Turba
- Perlita
- Humus de lombriz
- Micorrizas

### b. Preparación del Terreno

- Lampa
- Arado
- Gradadas
- Wincha
- Cal
- Carrizos
- Tractor
- Estiércol de cabra
- Compost
- Humus de lombriz

### c. Insecticidas y Fungicidas

- Detallados en el manejo de plagas y enfermedades

### d. Preparación de fertilizantes

- Baldes de 20 litros
- Embudos
- Coladores
- Jarra medidora

### e. Evaluación

- Potenciómetro
- Balanza digital
- Regla
- Vernier
- Libreta de campo
- Lápiz
- Bolsas de papel y cartulinas

### 3.8 MANEJO AGRONÓMICO

El manejo del cultivo se realizó bajo el criterio del pequeño productor en la producción de hortalizas. Se tomó en cuenta el Reglamento Técnico de Productos Orgánicos de la Comisión Nacional de Productos Orgánicos (CONAPO), el cual determinó productos empleados (fertilización y control de plagas y enfermedades). El fundo cuenta con una certificación orgánica desde 1996. En la figura 2 es muestra el manejo agronómico

#### 3.8.1 ALMÁCIGO

Las semillas de ají amarillo fueron sembrada en bandejas de 192 celdas, dando un total de 672 plantas. Se empleó 1/3 de turba, 1/3 de perlita y 1/3 de humus de lombriz. Además, antes del trasplante, se sumergió las bandejas en un preparado con Mycorroot (*Pisolithus tinctorius*, *Glomus intraradices*, *Azospirillum brasilense*) que es un inoculante de micorrizas a una concentración de a 1g/l.

#### 3.8.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO Y FERTILIZACIÓN AL SUELO

Se realizó un riego de machaco y labranza mecánica como arado, gradeo y surcado, con tomas para que ingrese agua a las parcelas. La aplicación de fertilizantes al suelo (materia orgánica) se realizó en la preparación del terreno, al primer cambio de surco y al segundo cambio de surco. Los fertilizantes mencionados sirvieron tanto como fertilizantes y enmienda en el suelo. Todos procedieron del fundo El Refugio. La característica de cada fertilizante se muestra en el cuadro 9:

**Cuadro 9: Análisis de materia orgánica de los fertilizantes aplicados al suelo**

Característica	Compost (rastrosos, purín de caracoles y huevo)	Guano de cabra	Humus de lombriz
Humedad %	47.91	5.15	51.94
pH	7.45	7.96	6.4
C.E dS/m	14.67	16.5	1.81
N %	1.55	1.09	1.32
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	1.79	1.1	1.15
K <sub>2</sub> O %	1.08	2.97	0.37
CaO %	5.38	4.04	3.02
MgO%	1.99	1.39	1.12
Na%	0.21	0.28	0.08
C%	20.91	13.62	20.75
Relación C/N	13.49	12.5	15.72

FUENTE: Laboratorio de suelos, plantas, agua y fertilizantes -UNALM 2012

En base a la práctica habitual de fertilización del agricultor en el cultivo de hortalizas, en el presente cultivo de ají se aplicó 9,764kg/ha de humus de lombriz (aplicado en los cambios de surco), 2,941kg/ha de compost (aplicado en los cambios de surco) y 6,588 kg/ha de guano (aplicado en la preparación del campo).

Se estimó el aporte de N de los fertilizantes y suelo. El coeficiente isohúmico para el humus de lombriz, compost y guano se estimó en 0.9, 0.5 y 0.55 respectivamente (Soltner, 1990 citado por Canet, 2007) y el coeficiente de mineralización para las condiciones de la Costa sería 3%. Con estos coeficientes y las cantidades de fertilizantes aportados al suelo se estimó que el N disponible para el cultivo fue 34.18 kg/ha/año. Este aporte junto al proveniente de la fijación de nitrógeno y actividades micorrízicas, habrían facilitado el crecimiento del cultivo.

Durante el manejo del cultivo se observó cierta limitación en el desarrollo vegetativo, lo que se atribuye a la presencia de una capa dura alrededor de los 20 cm de profundidad, producto de muchos años de mecanización para el cultivo de hortalizas y frutales. Este, sin embargo, no afectó significativamente la obtención de cosechas de calidad comercial.

### **3.8.3 TRASPLANTE**

Los plantines fueron trasplantados 35 días después de la siembra y contaban con 7 a 8 hojas verdaderas. Se instalaron en total 672 plantas, 28 parcelas con 24 plantas en cada una y 8 plantas por surco, siendo 96 plantas por cada tratamiento.

### **3.8.4 MANEJO DE MALEZAS**

El deshierbo manual se realizó cada dos semanas durante el crecimiento vegetativo de la planta hasta 101 días después del trasplante. El control se realizó tomando en cuenta que las malezas pueden hospedar a controladores biológicos.

### **3.8.5 MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES**

El control de plagas y enfermedades se realizó de acuerdo con las prácticas habituales del pequeño productor. Se empleó trampa pegante de colores, trampas de melaza y productos preparados en el mismo fundo, lo que proporcionó un buen control de plagas. Una parcela del tratamiento con agua de colca sufrió el ataque poco habitual de *Eumorpha vitis* L. que atacó brotes y prolongó el momento de cosecha, aunque sin

mayores consecuencias. En el cuadro 10 se muestra la incidencia e intensidad de plagas durante la campaña y en el cuadro 11 se muestra los productos orgánicos para el control de plagas y enfermedades:

**Cuadro 10: Incidencia e intensidad de plagas durante la campaña**

Plaga	Detalle	Incidencia máxima * (%)	Intensidad máxima
<i>Eumorpha vitis</i>	Masticador de hojas y brotes	25	0.07 individuos por planta
<i>Bemisia tabaco</i> (adulto)	Picador chupador	60	1.3 individuos por 10 hojas
<i>Bemisia tabaco</i> (ninfa)	Picador chupador	60	2.6 individuos por 10 hojas
Pulgones	Picador chupador	35	1.7 colonias por 10 hojas
<i>Phyllocoptruta oleivora</i>	Perforador picador	10	2.5 individuos por 10 hojas
<i>Symmetrischema capsicum</i>	Perforador de botones florales y frutos	15	1 individuos por 5 frutos
Aves	Perforador de frutos	30	1.3 ataques por 5 frutos

\* Porcentaje estimado de presencia de la plaga en el total de plantas

FUENTE: Elaboración propia

**Cuadro 11: Productos orgánicos para el control de plagas y enfermedades**

Producto	Función	Dosis	Frecuencia	Característica
<b>Macerado de ajo</b>	Fungicida y acaricida	400 ml/20 l	Semanal	Cocción de ajo ( <i>Alium sativum</i> ) que se aplica al cuello de la planta.
<b>Macerado de paico</b>	Fungicida ( <i>Fusarium</i> , <i>Peronospora</i> )	400 ml/20 l	Semanal	Cocción de paico ( <i>Chenopodium ambrosioides</i> ) aplicada al cuello de planta.
<b>Azufre</b>	Fungicida ( <i>Oidium</i> ) y acaricida	-	-	Azufre en polvo mojable.
<b><i>Trichoderma harzianum</i></b>	Hongo antagonista ( <i>Phytophthora capsici</i> )	2 bolsas en 200 l de agua. 1 bolsa de 800g	Semanal	Hongo antagonista ofrecido por SENASA, que consiste en conidias adheridas a granos de arroz.
<b>Champacara</b>	Repelente de insectos (mosca blanca y pulgones)	400 ml/20l	Semanal	Cocción de maguey ( <i>Agave americana</i> ) aplicada a las hojas.

FUENTE: Elaboración propia 2016

### 3.8.6 RIEGOS

El riego de enseño se realizó el mismo día del trasplante. Habitualmente se rego cada 5-7 días de acuerdo a la disponibilidad de agua distribuida por la comisión de riego. Los riegos fueron oportunos y en las cantidades suficientes para el cultivo.

### 3.8.7 COSECHA

La cosecha fue manual y se inició 101 días después del trasplante, con un periodo de 100 días y 6 cosechas. Se escogieron los ajíes maduros y “pintones”. Las cosechas se realizaron de acuerdo a ciclos de floración, tiempo de maduración, disponibilidad de mano de obra y prevención de ataques fitosanitarios. El periodo de cosecha se prolongó por la

lenta maduración de plantas debido a bajas temperaturas y radiación en los meses de otoño. En la figura 2 se muestra el manejo orgánico realizado en el 'ají amarillo'.

	
<b>Terreno antes del trasplante</b>	<b>Almácigos</b>
	
<b>Tratamientos con <i>Trichoderma harzianum</i></b>	<b>Trasplante de ají</b>
	
<b>Cambio de surco</b>	<b>Fertilización de ajíes</b>
	
<b>Trampas de melaza</b>	<b>Controladores biológicos</b>
	
<b>Cosecha de ají</b>	

**Figura 2: Manejo Orgánico del 'ají amarillo'**  
FUENTE: Elaboración propia, 2016

### 3.9 EVALUACIONES

Todas las evaluaciones se realizaron en 8 plantas de cada parcela, correspondiente al surco central para cada tratamiento y bloque, durante 248 días después del trasplante (d.d.t). Lo detalles de las evaluaciones se muestran en el cuadro 12:

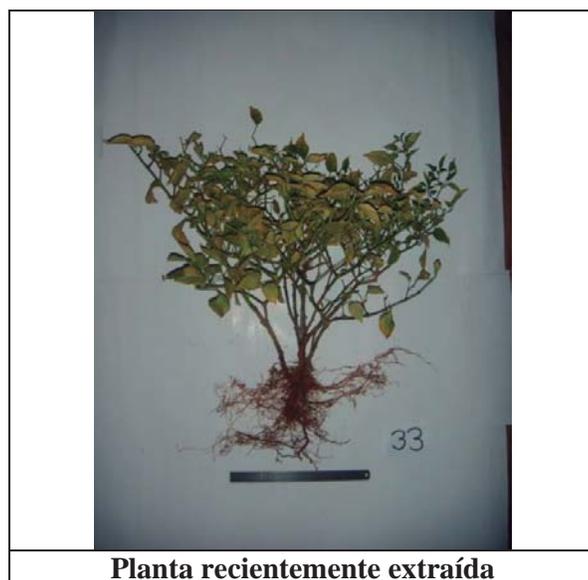
**Cuadro 12: Parámetros a evaluar en el experimento (Mala, 2012)**

<b>Evaluación</b>	<b>Método</b>	<b>Observación</b>	<b>Momento de evaluación</b>
<b>Crecimiento</b>			
<b>Altura de planta</b>	Medición con regla	Altura de las planta del surco central desde el cuello de planta hasta el punto más alto de la copa cada dos semanas	Semanalmente, desde los 10 a 102 d.d.t, especialmente en la máxima floración (87 d.d.t) y primera cosecha (102 d.d.t).
<b>Diámetro de Copa</b>	Medición con regla	Diámetro de copa de las plantas del surco central, tomándose el valor promedio de dos medidas realizadas al azar desde un extremo al opuesto	Semanalmente, desde los 10 a 102 d.d.t, especialmente en la máxima floración (87 d.d.t) y primera cosecha (102 d.d.t).
<b>Rendimiento</b>			
<b>Cosecha total y acumulada (fresco)</b>	Peso total de frutos	Cosecha total y parcial de las plantas del surco central por parcela	Inmediatamente después de cada cosecha y suma de todas las cosechas parciales
<b>Cosecha total y acumulada (seca)</b>	Peso total de frutos en estufa a 68°C por 2 días	Cosecha total y parcial de las plantas del surco central por parcela	Inmediatamente después de cada cosecha y suma de todas las cosechas parciales
<b>Número de frutos por hectárea</b>	conteo	Frutos de plantas correspondientes al surco central por parcela	Inmediatamente después del día de la última cosecha
<b>Peso del tallo, raíz y hoja (fresco)</b>	Medición con una balanza	Peso del tallo, raíz y hojas de las plantas correspondientes a los surcos centrales	Al final de la campaña a los 248d.d.t
<b>Peso del tallo, raíz y hoja (seco)</b>	Medición con una balanza	Peso del tallo, raíz y hojas de las plantas correspondientes a los surcos centrales	Al final de la campaña a los 248d.d.t
<b>Calidad</b>			
<b>Diámetro del fruto</b>	Medición con un vernier	Promedio de la cosecha de 10 frutos de las plantas de los surcos centrales	Se toma como muestra los frutos correspondientes al pico de cosecha (165 d.d.t)
<b>Longitud del fruto</b>	Medición con un vernier	Promedio de la cosecha de 10 frutos de las plantas de los surcos centrales	Se toma como muestra los frutos correspondientes al pico de cosecha (165 d.d.t).
<b>Peso del fruto (fresco)</b>	Medición con una balanza	Promedio de la cosecha de 10 frutos de las plantas de los surcos centrales	Se toma como muestra los frutos correspondientes al pico de cosecha (165 d.d.t)
<b>Peso del fruto (seco)</b>	Medición con una balanza	Promedio de la cosecha de 10 frutos de las plantas de los surcos centrales	D Se toma como muestra los frutos correspondientes al pico de cosecha (165 d.d.t)

FUENTE: Elaboración propia 2016

### 3.10 MÉTODO PARA LA EXTRACCIÓN DE RAICES DE PLANTAS

Para la extracción de raíces de plantas se seleccionó el surco central de cada parcela experimental, extrayéndose ocho plantas de cada una (figura 3). Se aplicó un riego pesado a cada parcela y se permitió el drenaje. Aproximadamente una hora después, el suelo del camellón a evaluar fue removido con la ayuda de un trinche, guardando especial cuidado con las raíces de las plantas, desde una distancia aproximada de 0.8 m de la planta y hasta el cuello de planta. Las raíces fueron extraídas cuidadosamente del suelo removido y colocadas en bolsas de papel. Para facilitar su extracción total del campo se obtuvo raíces a partir de los terrones grandes del suelo; estas se dejaron caer desde una altura aproximada de 1m sobre una superficie firme de madera de tal modo que las raíces se espongan y se extraigan. Además, las raíces de las plantas fueron separadas de la planta y colocadas en baldes con agua para remover los terrones adheridos a ellas. Las raíces fueron lavadas cuidadosamente, colocadas en las bolsas de papel y pesadas en fresco. El follaje de las plantas fue cortado con una tijera de podar y separado en tallos y hojas, colocados en bolsas de papel y pesados en fresco. Los tejidos fueron secados a estufa durante dos días con una temperatura de 70 °C. Posteriormente, se les volvió a pesar obteniéndose el peso seco para calcular el porcentaje de materia seca de cada tipo de tejido.



**Figura 3: Primera parte de método de extracción de plantas para la evaluación del peso fresco y seco de tallos, hojas y raíces de las plantas de ají `amarillo´ (primera parte)**

FUENTE: Elaboración propia, 2016

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CRECIMIENTO Y DESARROLLO

#### 4.1.1 ALTURA Y DIÁMETRO

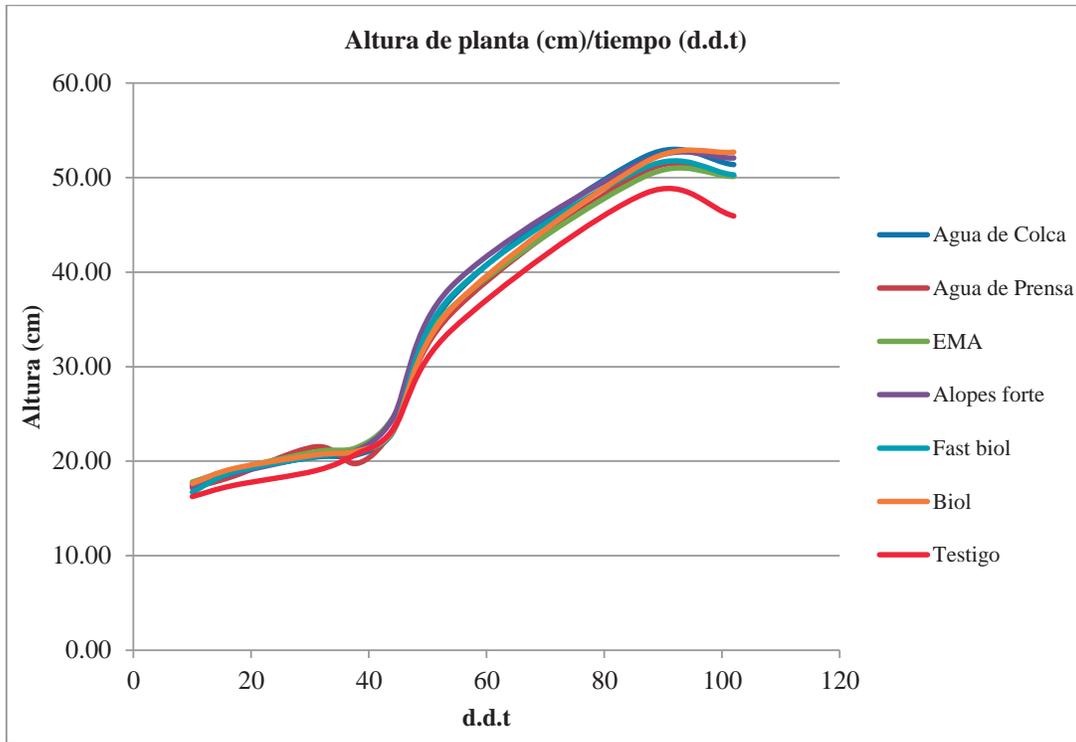
Se evaluó la altura y el diámetro de las plantas en la época de floración con por lo menos 50% de plantas con flores (87 d.d.t) y primera cosecha (102 d.d.t) (cuadro 13 y figura 4). No hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos sobre los parámetros altura y diámetro, sin embargo la tendencia fue que las plantas que recibieron fertilizantes foliares fueron mayores al testigo.

**Cuadro 13: Altura y diámetro de planta en ají `amarillo` (Mala, 2012).**

Tratamientos	Floración 87 d.d.t						Primera cosecha 102 d.d.t					
	altura (cm)			diámetro (cm)			altura (cm)			diámetro (cm)		
<b>Testigo</b>	100.00	48.34	a	100.00	49.66	a	100.00	45.93	a	100.00	61.58	ab
<b>Agua de colca</b>	108.07	52.24	a	105.56	52.42	a	111.84	51.37	a	106.06	65.31	ab
<b>Agua de prensa</b>	104.90	50.71	a	105.54	52.41	a	109.19	50.15	a	100.70	62.01	b
<b>EMA</b>	103.74	50.15	a	109.75	54.50	a	109.10	50.11	a	112.78	69.45	a
<b>Alopesforte</b>	107.14	51.79	a	108.50	53.88	a	113.37	52.07	a	111.61	68.73	a
<b>Fastbiol</b>	105.67	51.08	a	104.51	51.90	a	109.49	50.29	a	109.32	67.32	ab
<b>Biol</b>	106.79	51.62	a	109.87	54.56	a	114.72	52.69	a	112.21	69.10	a
<b>Promedio</b>	50.37			52.22			50.16			65.91		
<b>Nivel de significancia</b>	n.s			n.s			n.s			n.s		
<b>C.V. (%)</b>	9.94			7.06			7.66			9.99		

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Duncan con una probabilidad de 0.05

Destacaron los fertilizantes Alopes forte, biol, EMA y agua de colca sobre el testigo. Los fertilizantes foliares mostrarían más altura y diámetro de copa en las plantas debido al efecto bioestimulantes y fuente de nutrientes (Rojas y Ramírez, 1987; Bietti y Orlando, 2003 citado por Vaca, 2011). En promedio, las plantas que recibieron los fertilizantes mostraron hasta 9 % de aumento en la altura de planta. En la Figura 4 se observa una tendencia similar en todos los tratamientos, con plantas que alcanzaron una altura máxima más o menos 100 d.d.t, para luego disminuir ligeramente debido a la carga de frutos.



**Figura 4: Altura de plantas de ají `amarillo´ (Mala, 2012).**  
 FUENTE: Elaboración propia 2016

#### 4.1.2 PESO DE PLANTA

En la evaluación de la distribución de peso seco por planta se empleó el 100 % de las plantas evaluadas por tratamiento al final de la campaña (cuadro 14). No hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos sobre los parámetros peso seco de raíz, frutos y hojas, sin embargo las plantas aplicadas con los fertilizantes foliares obtuvieron mayor masa seca a comparación del testigo. La peso de raíces fue máxima en las plantas aplicadas con Alopes forte testigo, el peso de hojas máximo se obtuvo con biol, mientras que el peso máxima acumulada en frutos se obtuvo con biol y Alopes forte. Por otro lado, se encontró diferencias significativas para los parámetros de peso seco de tallo y peso seco total, destacando las plantas aplicadas con biol sobre el testigo en el peso de tallo, y también la masa seca total de plantas aplicadas con biol, Alopes forte y EMA sobre el testigo.

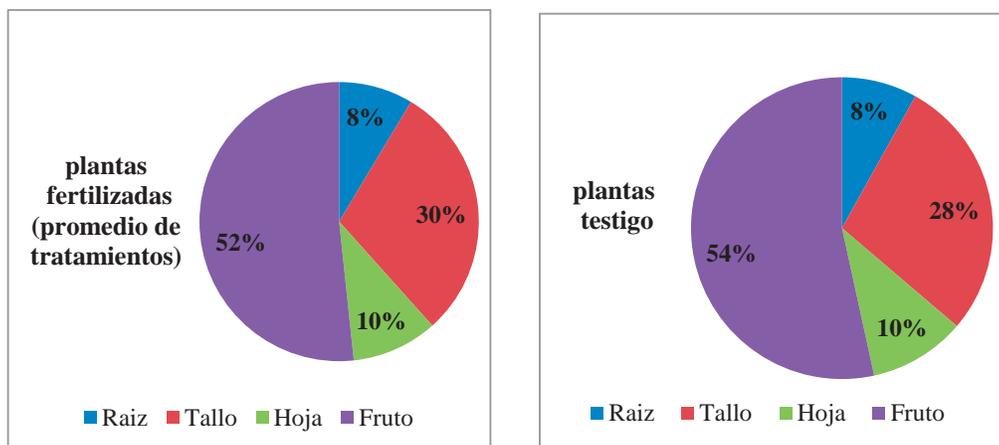
**Cuadro 14: Distribución de peso seco en plantas de ají `amarillo´ (Mala, 2012)**

Tratamiento	Raíz (g)			Tallo (g)			Hoja (g)			Fruto (g)			Peso seco total (g)		
Testigo	14.37	b	8%	50.12	b	28%	18.41	a	10%	95.06	a	53%	177.96	b	100%
Agua de colca	16.25	ab	9%	53.13	b	29%	20.48	a	11%	95.54	a	52%	185.41	b	100%
Agua de prensa	17.13	ab	8%	62.77	ab	29%	21.19	a	10%	112.02	a	53%	213.12	ab	100%
EMA	20.94	ab	9%	71.83	ab	32%	21.17	a	9%	110.35	a	49%	224.30	ab	100%
Alopesforte	22.15	a	10%	62.26	ab	27%	19.57	a	9%	124.20	a	54%	228.18	ab	100%
Fastbiol	16.55	ab	9%	52.39	b	28%	20.67	a	11%	100.80	a	53%	190.41	b	100%
Biol	18.05	ab	7%	81.60	a	33%	25.23	a	10%	123.60	a	50%	248.48	a	100%
<b>Promedio</b>	17.92			62.01			20.96			108.79			210.69		
<b>Nivel de significancia</b>	n.s			0.05			n.s			n.s			0.05		
<b>C. V (%)</b>	22.42			24.74			34.81			20.04			25.05		

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Duncan con una probabilidad de 0.05

El efecto de acumular mayor peso en el tallo hace que la planta sea más robusta y pueda soportar mejor la carga de frutos. Ello es beneficioso para el ají `amarillo´, el cual presenta un ciclo de vida prolongado con ciclos de producción traslapados (Maroto, 2002; Nicho, 2004, citados por Castillo, 2014). El peso total de planta se encontró en el margen inferior citado por Villanueva (2014) que va de 210 a 468 g / planta. El menor tamaño de planta, en parte causado por la presencia de una capa dura en el suelo, pudo influenciar los rendimientos, como se verá más adelante.

Castillo (2014) estimó la productividad de peso seco por hectárea en ají `amarillo´ entre 11.16 y 13.45 t/ha bajo las condiciones de la Libertad, mientras que en el presente ensayo fue 17.94 t/ha. Castillo (2014) también estimó que entre 34 y 37.4 % de la distribución de la peso seco correspondía al fruto, mientras que en este ensayo fue 52% de la peso en plantas aplicadas con los fertilizantes foliar y 54% para el testigo.



**Figura 5: Distribución de la peso seco en el ají `amarillo´ (Mala, 2012)**

FUENTE: Elaboración propia 2016

También se evaluó el porcentaje de peso seco en cada órgano (raíz, hojas y frutos) (cuadro 15). No se encontró diferencias estadísticas significativas para la raíz y las hojas pero sí lo hubo para en el tallo. El tratamiento con biol sobresalió en el porcentaje de peso seco en tallo, aunque sin diferencias estadísticas con la mayoría de los tratamientos con fertilizantes, con la excepción del Fastbiol que fue solo ligeramente superior al testigo.

**Cuadro 15: Porcentaje de peso seco en órganos del ají `amarillo´ (Mala, 2012)**

Tratamiento	Raíz (%)		Tallo (%)		Hoja (%)		Fruto (%)	
Testigo	36.57	ab	23.76	b	14.69	a	16.07	a
Agua de colca	45.04	a	30.61	ab	19.23	a	16.15	a
Agua de prensa	38.57	ab	31.07	ab	17.06	a	15.97	a
EMA	41.18	ab	28.34	ab	17.47	a	17.15	a
Alopesforte	36.69	ab	25.28	ab	17.07	a	16.49	a
Fastbiol	33.8	b	24.44	b	16.92	a	16.14	a
Biol	35.89	ab	33.19	a	17.54	a	15.37	a
Promedio	38.25		28.1		17.14		16.19	
Nivel de significancia	n.s		0.05		n.s		n.s	
C.V (%)	15.57		17.53		17.49		14.92	

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Duncan con una probabilidad de 0.05

Los efectos de fertilizantes como el biol se deberían no solo al aporte de nutrientes, sino también al efecto bioestimulante de hormonas como giberelinas que inducen la elongación de tallos (Wareing y Phillips, 1981; Daves, 1988 citado por Nuez *et al.*, 1996) y la acumulación de azúcares y otros metabolitos (Ouzounidou *et al.*, 2010).

En un comparación de la peso seco del promedio de ajíes `amarillos´ orgánicos de este ensayo y otro convencional evaluado por Villanueva (2014) se evidencia que el porcentaje de peso seco es mayor en sistemas orgánicos (cuadro 16).

**Cuadro 16: Porcentaje de peso seco en órganos de ají `amarillo´ en dos sistemas de producción**

Tipo de Agricultura	Agricultura orgánica	Agricultura convencional
Lugar	Valle de Mala (2012)	Valle de Casma (2014)
Peso seco	Hoja (%)	9.76
	Tallo (%)	11.63
	Fruto (%)	13.62

FUENTE: Elaboración propia 2016 y Villanueva (2014)

Como ya se mencionó, en pimiento (Rincon *et al.*, 1993 citado por Nuez *et al.*, 1996) los frutos representan el 65% del total de materia seca acumulada. Por otro lado, Delgado (2003) registró que en un experiencia de producción de pepinillo con fertilizantes foliares

los mayores porcentajes de peso seco en tallos y raíces los obtuvo el tratamiento a base de biol al 50% con 13.67% y 18.18% respectivamente, con diferencias estadísticas significativas. Según Marschner (1995) cuando se brinda alto N a un cultivo se incrementa la relación vástago - raíz, lo que favorece un mayor desarrollo de la parte aérea de la planta, hecho que beneficiaría una mayor producción de peso seco.

Tomando en cuenta estos datos podemos decir que:

- Castillo (2014) y Villanueva (2014) utilizaron variedades obtenidas de campos de producción comercial, adaptadas a un alto uso de insumos externos, mientras que en este ensayo se usó un material de Piura, proveniente de un pequeño agricultor con bajo uso de insumos externos.
- Como sostiene el agricultor Pedro Francia, en los sistemas de producción orgánica se emplean fertilizantes que buscan otorgar mayor robustez a las plantas que las nutren y brindan la capacidad de producir prolongadamente. Esta es la experiencia del agricultor en el cultivo de manzano y él considera que la misma explicación se aplica al ají escabeche.
- En este ensayo se aplicaron fertilizantes orgánicos, que liberan sus nutrientes lentamente, mientras que en los dos ensayos de producción convencional las altas dosis de fertilizantes sintéticos proporcionan fuentes rápidas y muy solubles de nutrientes. Esto hace que las plantas de ají con manejo convencional tengan mayor contenido de humedad y exigencia de nutrientes, con tallos más frágiles, y que obligatoriamente requieren espalderas durante los últimos meses del cultivo para que las ramas no se quiebren con el peso de los frutos.
- Además, hay que recordar que en este ensayo se presentó una capa dura que limitó el desarrollo de las raíces, ejerciendo estrés sobre el cultivo, que respondió con una mayor acumulación de materia seca.
- La mayor acumulación de materia seca en los frutos de ají orgánico, podría ser un factor favorable si es que su destino es la agroindustria.
- Finalmente, los tres experimentos mencionados no son totalmente comparables y se requiere mayor investigación para determinar las ventajas y desventajas de la producción orgánica.

## 4.2 PRODUCCIÓN

### 4.2.1 RENDIMIENTO

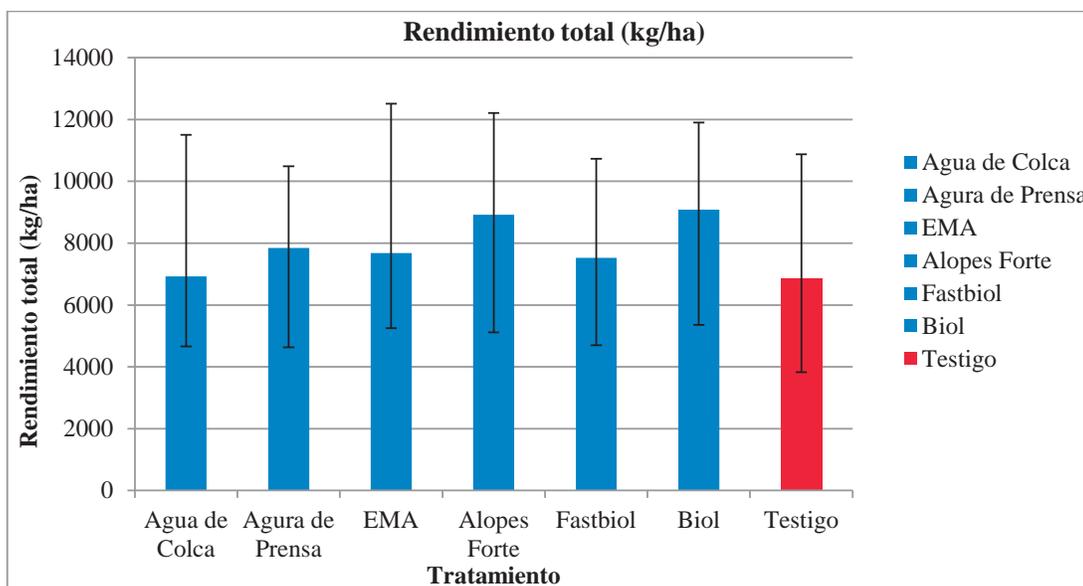
No hubo diferencias estadísticas significativas para el rendimiento acumulado por cosecha y total (cuadro 17, figura 6 y figura 7). Sin embargo, las plantas aplicadas con los fertilizantes foliares tendieron a ser más productivas, con incremento de hasta 30% para biol y Alopes forte. La producción de todos los tratamientos con fertilización foliar superó al testigo. Por otro lado, el efecto de los bloques fue altamente significativo (0.01) mostrando que el diseño estadístico fue adecuado para el ensayo (Calzada, 1970).

La significancia del efecto del bloque indicaría que la precisión del experimento fue aumentada ya que se tuvo éxito en reducir la variancia del error por el agrupamiento de las unidades experimentales en bloques (Calzada, 1970). La variabilidad (sobre todo en cuanto condiciones del suelo y de la vegetación) en campos de pequeños productores aumenta cuanto más pequeño es el predio, y responde al manejo de la diversidad de productos para asegurar la alimentación de la familia de los productores y asegurar la venta y precios de productos en el mercado. Así, el diseño estadístico de bloques fue ideal para el presente ensayo.

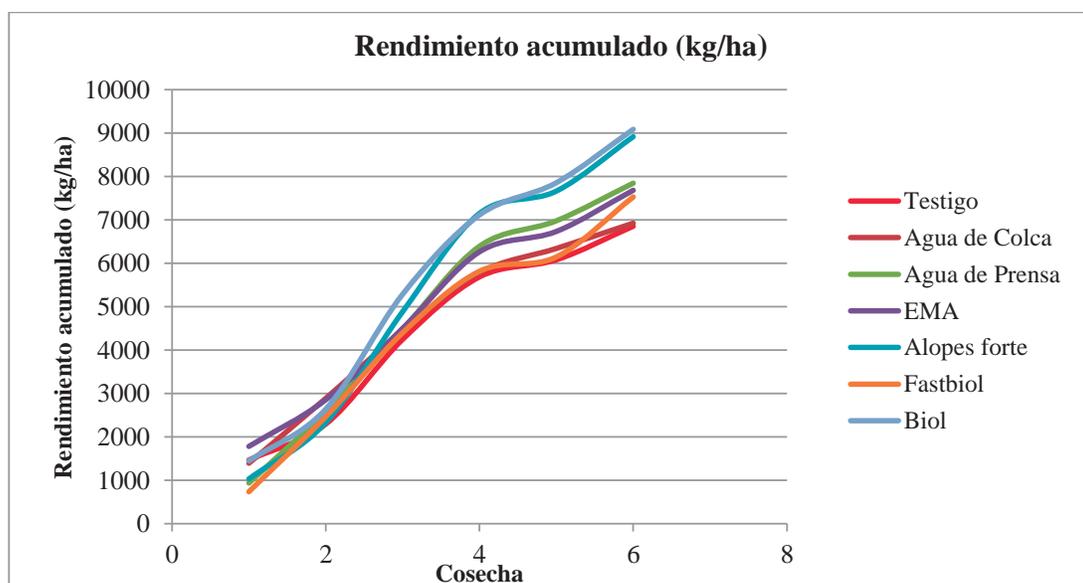
**Cuadro 17: Rendimiento por cosechas acumuladas de ají `amarillo` (Mala, 2012)**

Tratamiento	1° cosecha Acumulada (kg/ha) 102 d.d.t		2° cosecha acumulada (kg/ha) 144 d.d.t		3° cosecha acumulada (kg/ha) 165 d.d.t		4° cosecha acumulada (kg/ha) 180 d.d.t		5° cosecha acumulada (kg/ha) 206 d.d.t		6° cosecha acumulada (kg/ha) 234 d.d.t		
<b>Testigo</b>	1,535.50	ab	2,403.88	a	4,445.40	a	6,017.30	a	6,366.12	a	6,853.30	a	100%
<b>Agua de colca</b>	1,450.11	ab	3,002.68	a	4,632.20	a	6,642.24	a	6,595.90	a	6,923.50	a	101%
<b>Agua de prensa</b>	974.25	ab	2,689.39	a	4,654.34	a	6,483.84	a	7,251.51	a	7,845.30	a	114%
<b>EMA</b>	1,843.78	a	2,955.42	a	4,659.03	a	7,660.87	a	6,969.63	a	7,681.50	a	112%
<b>Alopes forte</b>	1,105.36	ab	2,496.74	a	5,235.34	a	6,218.91	a	8,213.84	a	8,915.30	a	130%
<b>Fastbiol</b>	788.63	b	2,636.22	a	4,703.59	a	7,514.45	a	6,572.17	a	7,527.30	a	109%
<b>Biol</b>	1,528.83	ab	2,788.41	a	5,583.71	a	6,017.30	a	8,299.74	a	9,086.00	a	130%
<b>Promedio</b>	1,318.1		2,710.4		4,844.8		6,641.5		7,181.3		7833.2		
<b>Nivel de Significancia de tratamientos</b>	n.s		n.s		n.s		n.s		n.s		n.s		
<b>Nivel de Significancia de bloques</b>	0.01		0.01		0.01		0.01		0.01		0.01		
<b>C. V (%)</b>	44.13		38.24		24.21		19.311		19.02		19.29		

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Duncan con una probabilidad de 0.05



**Figura 6: Rendimiento total de plantas de ají `amarillo´ (Mala, 2012).**  
 FUENTE: Elaboración propia 2016



**Figura 7: Rendimiento acumulado de ají `amarillo´ (Mala, 2012).**  
 FUENTE: Elaboración propia 2016

Tratándose de una investigación participativa en campo de agricultores, se ha tomado en cuenta las cosechas acumuladas, debido a que el agricultor frecuentemente preguntaba “como iban las cosechas”, mostrando interés en conocer el estado de la cosecha total en cada una de las cosechas parciales. Por otro lado, es importante mencionar que las cosechas en el experimento se realizaban en distintos momentos dependiendo de los diferentes canales comerciales y de las expectativas de venta que tenía el agricultor. Por

eso, las cosechas acumuladas permiten recoger mejor la información de distintas cosechas parciales y distintos momentos de cosecha, según las necesidades del productor. Desde el punto de vista estadístico, la alta variabilidad de las múltiples cosechas parciales se reduce analizando las cosechas acumuladas, como se ve en el coeficiente de variabilidad, que se reduce hasta menos de 20% para el rendimiento total.

La influencia de fertilizantes foliares como Alopes forte, Fastbiol y biol se podría explicar por el elevado aporte de nutrientes, resaltando nitrógeno y potasio. En el caso de potasio sobre sale el Biol, que puede llegar a aportar hasta 23.31 kg/ha, teniendo en cuenta el alto volumen de aplicación y la dosis elevada (30%). Estos aportes como ya se ha dicho, apoyan fuertemente la floración, el cuajado y el crecimiento de los frutos, proporcionando nutrientes de forma rápida y con ahorro energético. Estos aportes parecen ser más relevantes cuando se produce alguna situación de estrés, como puede haber sido en el caso de este ensayo, en el que varias zonas del espacio experimental presentaban capas duras, limitando el desarrollo de las plantas. No sorprende, entonces, que los fertilizantes foliares que aportaron mayor cantidad de nutrientes esenciales directamente a las hojas hayan permitido lograr los rendimientos más altos.

Nuestros resultados siguen la misma tendencia que los de Araujo *et al.* (2007) en pimiento, quien utilizó fertilizantes foliares orgánico y estiércol de ganado en el suelo, argumentando que el efecto combinado de ambos tipos de fertilizantes contribuyó a una mayor área foliar y, en consecuencia, una mayor capacidad de absorción de nutrientes por las hojas. Igualmente, Barrios (2001) expone que al aumentar la concentración de biol en las aplicaciones foliares para el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.), a pesar de no haber significancia, hubo una tendencia a obtener mayor rendimiento, obteniendo mayor floración y mayor cuajado. Además, Saldaña (2012) en su experiencia con EMA al 2 % sobre el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) observó que las plantas presentaban mayor rendimiento, siendo el resultado de una influencia fitoreguladora en la aparición del órgano floral ya que promovía la floración, fructificación y maduración. Por otro lado, el efecto fitoregulador (hormonas o bioactivos sintéticos) al ser aplicado en pequeñas dosis pueden regular, estimular o detener el crecimiento y desarrollo de plantas (Suquilanda, 1996).

Para entender mejor las diferencias en los cultivos de ají escabeche bajo manejo convencional (Castillo, 2014 y Villanueva, 2014) y bajo manejo orgánico (este ensayo), conviene conocer las diferencias de productividad obtenidas como se muestra en el cuadro 18:

**Cuadro 18: Rendimiento máximo y mínimo del cultivo de ají `amarillo` en sistemas convencionales y orgánicos**

<b>Autor</b>	<b>Sistema</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Fertilización</b>	<b>Rendimiento t/ha</b>
<b>Villanueva (2014)</b>	Convencional	0-0-0	al suelo	13.1
		138-150-85	al suelo	19.9
<b>Castillo (2014)</b>	Convencional	133-64-188	al suelo	18.6
		266-129-376	al suelo	17.0
<b>Este ensayo</b>	Orgánico	Testigo	foliar	6.8
		Biol	foliar	9.0

FUENTE: Elaboración propia, Villanueva (2014) y Castillo (2014)

Como se observa, el máximo rendimiento obtenido en ese ensayo equivale a más o menos el 50% del rendimiento de un ají convencional con alta dosis de fertilizantes sintéticos. Esto no se debe tomar como la constatación de que la agricultura convencional con insumo químicos es más productiva que la agricultura orgánica, ya que la literatura muestra que los cultivos orgánicos producen en promedio alrededor del 80% de lo que producen cultivos convencionales (Seufert *et al.*, 2012). En este caso se trata de un sistema productivo muy diferente a los de los ensayos de Villanueva y Castillo, caracterizados por el mono cultivo intensivo, los suelos profundos, la alta mecanización y abundante disponibilidad de agua de riego. Sin embargo, esto no quiere decir que se deba seguir trabajando para aumentar la productividad de la agricultura orgánica, teniendo en cuenta que es frecuente que en cultivos hortícolas orgánicos se pueda alcanzar rendimientos similares a los convencionales, siempre y cuando los factores de producción, en cantidad y calidad, sean comparables.

#### **4.2.2 NÚMERO DE FRUTOS**

No se encontró diferencias estadísticas significativas en el número de frutos entre tratamientos (cuadro 19), sin embargo los tratamientos con fertilizantes fueron superiores al testigo, destacando el Alopes forte, seguido del biol y agua de prensa (129 y 113% superior al testigo, respectivamente).

**Cuadro 19: Número de frutos de plantas de cosechas acumuladas de ají `amarillo`  
(Mala, 2012).**

Tratamiento	1° cosecha Acumulada (frutos /ha) 102 d.d.t		2° cosecha acumulada (frutos /ha) 144 d.d.t		3° cosecha acumulada (frutos /ha) 165 d.d.t		4° cosecha acumulada (frutos /ha) 180 d.d.t		5° cosecha acumulada (frutos /ha) 206 d.d.t		6° cosecha acumulada (frutos /ha) 234 d.d.t	
Testigo	34,025	a	58,454	a	127,813	a	182,341	a	194,991	a	214,913	a 100%
Agua de colca	40,738	a	87,110	a	132,839	a	188,956	a	205,858	a	216,089	a 100%
Agua de prensa	29,011	a	83,136	a	150,251	a	217,799	a	236,851	a	256,098	a 113%
EMA	43,129	a	78,064	a	132,839	a	193,651	a	208,315	a	232,637	a 108%
Alopes forte	27,690	a	68,331	a	153,633	a	234,916	a	252,780	a	277,436	a 129%
Fastbiol	29,852	a	84,209	a	148,815	a	196,934	a	209,410	a	244,415	a 108%
Biol	34,174	a	70,433	a	143,067	a	202,054	a	224,945	a	248,810	a 113%
<b>Promedio</b>	<b>34,174</b>		<b>75,676</b>		<b>141,322</b>		<b>202,378</b>		<b>219,021</b>		<b>241,485</b>	
<b>Nivel de significancia</b>	<b>n.s</b>											
<b>C. V (%)</b>	<b>38.80</b>		<b>42.85</b>		<b>26.60</b>		<b>19.84</b>		<b>18.37</b>		<b>17.6</b>	

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Duncan con una probabilidad de 0.05

Para este parámetro observamos una tendencia similar a la mostrada por el rendimiento (mayores valores cuando se aplicaron fertilizantes foliares como biol, Alopes forte y agua de prensa), de la misma manera que el coeficiente de variabilidad, que empieza elevado para luego ir disminuyendo conforme progresan las cosechas hasta alcanzar niveles estadísticos aceptables.

Calculando el número de frutos por planta (para una población de 13,333 plantas por hectárea), se encuentra que el tratamiento con Alopes forte produjo 20.8 frutos por planta, mientras que el testigo produjo 16.1 frutos por planta. Estos resultados se asemejan a lo obtenido por Saldaña (2012), quien encontró que su tratamiento de EM al 2 % sobre el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) influyó en la aparición de mayor número de órganos florales, con 17.27 vainas por planta, mientras el testigo produjo 14 vainas por planta.

### 4.3 CALIDAD

Se evaluaron los frutos correspondientes a la tercera cosecha (144 ddt), que corresponde más o menos al punto central del periodo total de cosecha. No se encontró diferencias estadísticas para el parámetro largo de fruto pero sí para el diámetro de fruto (cuadro 20). Las plantas que obtuvieron mayor diámetro fueron las aplicadas con biol, agua de colca y Alopes forte.

**Cuadro 20: Diámetro y largo del fruto de ají `amarillo´ a la tercera cosecha (Mala, 2012)**

Tratamiento	Diámetro (mm)		Largo (cm)	
Testigo	28.81	ab	11.63	A
Agua de colca	27.87	b	11.92	A
Agua de prensa	28.13	b	11.92	A
EMA	29.35	ab	11.44	A
Alopesforte	28.55	b	12.63	A
Fastbiol	29.76	ab	12.29	A
Biol	30.91	a	12.31	A
Promedio	29.05		12.02	
Nivel de significancia	0.05		n.s	
C.V (%)	4.77		6.48	

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Duncan con una probabilidad de 0.05

Según el criterio de clasificación de ajíes empleado por Villanueva (2014), los frutos cosechados de los tratamientos se encontraron en la categoría primera por el largo de frutos (11 a 13.5 cm de largo y 3.5 a 4.5 cm de ancho); sin embargo, por el diámetro de fruto todos los tratamiento llegaron a la categoría de segunda (8.7 a 11cm de largo y 2.8 a 3.4 cm de ancho).

No se encontró diferencias estadísticas para el parámetro peso fresco y seco (cuadro 21). Sin embargo, el peso fresco y seco del fruto fue mayor en las plantas con fertilizantes como biol, Fastbiol y EMA. Las frutos con fertilizantes de mayor porcentaje de peso seco fueron EMA, Alopes forte, agua de colca y Fastbiol.

**Cuadro 21: Peso fresco y peso seco de ají `amarillo´ a la tercera cosecha (Mala, 2012)**

Tratamiento	Peso fresco (g)		Peso seco (g) (estufa)		Peso seco (%)	
Testigo	33.25	a	5.33	a	16.07	a
Agua de colca	33.75	a	5.26	a	16.15	a
Agua de prensa	31.75	a	4.96	a	15.97	a
EMA	33.50	a	5.51	a	17.15	a
Alopesforte	32.75	a	5.31	a	16.49	a
Fastbiol	33.75	a	5.44	a	16.14	a
Biol	38.00	a	5.80	a	15.37	a
Promedio	33.21		5.37		16.19	
Nivel de significancia	n.s		n.s		n.s	
C.V (%)	15.12		14.07		14.92	

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Duncan con una probabilidad de 0.05

El peso fresco de fruto en este ensayo se puede comparar con el peso máximo del fruto fresco de ají amarillo en sistemas de producción convencional (Villanueva, 2014) (cuadro 22). Los pesos de los frutos no son muy distintos pero el peso del fruto fertilizado a las hojas con el biol fue mayor. El biol pudo influenciar por el aporte de K que activó distintos procesos enzimáticos beneficiando al desarrollo y crecimiento de la planta (Marschner, 1995).

**Cuadro 22: Peso fresco de frutos de plantas de ají `amarillo´ producidos en un sistema convencional y orgánico (Mala, 2012)**

<b>Autor</b>	<b>Sistema</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Fertilización</b>	<b>Peso fresco de fruto (g)</b>
<b>Villanueva (2014)</b>	Convencional	0-0-0	al suelo	32.88
		110-150-68	al suelo	33.37
<b>Este ensayo</b>	Orgánico	Testigo	foliar	33.25
		Biol (30%)	foliar	38.00

FUENTE: Elaboración propia, 2016

#### **4.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Para la realización de la evaluación económica que implicaría el empleo de fertilizantes foliares en una hectárea de cultivo de ají `amarillo´, se tomó en cuenta el volumen de agua y fertilizantes que se aplicarían en condiciones normales con fines comerciales (cuadro 23 y cuadro 24). Sin embargo, no se tomó en cuenta la cantidad empleada de una parcela experimental para estimarla en una hectárea de producción; esto se debe a que su alto volumen empleado para cubrir toda la planta no sería reproducible en una producción comercial.

La evaluación económica estuvo muy influenciada por el precio de los insumos estudiado. La cantidad requerida de los productos EM, agua de colca y agua de prensa para activar el fertilizante correspondiente (5%) fue mucho menor al resto de los fertilizantes empleados. El precio del agua de colca y agua de prensa fue estimado en S/.15/l ya que es un producto nuevo y el precio es similar a otros fertilizantes líquidos orgánicos. El precio del Biol adquirido del fundo Bioagricultura Casa Blanca fue S/. 2.00/l; mientras, en base al cálculo de jornadas de trabajo dedicados a la producción de biol por parte del productor Pedro Francia en su propia chacra, se estimó un valor de S/.0.27/l para el Biol de producción propia. El precio del resto de los fertilizantes fue el propuesto por el fabricante (cuadro 23).

La utilidad de agua de prensa, EMA, Alopes forte, Fastbiol y biol (comercial y el producido por el pequeño productor) fue mayor al testigo (principalmente el biol a pesar que implicó mayor inversión), pero fue inferior para el agua de colca. Los índices de rentabilidad de los fertilizantes fueron superiores al testigo; sin embargo el agua de colca y biol comercial presentaron menor índice de rentabilidad y se debería al bajo rendimiento y alto costo del fertilizante respectivamente. Por otro lado, para aumentar el rendimiento y la rentabilidad se pueden realizar mejoras como en la preparación del terreno (eliminando capas duras), una mayor incorporación de materia orgánica al suelo, una reducción de la pérdida de plantas por marchitez fungosa, entre otros (cuadro 24).

El alto índice de rentabilidad los tratamientos como agua de prensa, EMA, Alopes forte Y Fastbiol apunta al potencial que pueden tener los fertilizantes foliares rico en microorganismos y de baja dosis de aplicación (bajo costo) para aumentar la rentabilidad de la pequeña agricultura en situaciones en las que se presentan limitaciones agronómicas o técnicas.

El precio del biol producido por el pequeño productor fue mucho menor al biol comercial del fundo Bioagricultura Casa Blanca que fue S/.0.27/l y S/.2/l respectivamente. Esto implicaría que el empleo del biol producido por el pequeño productor obtendría mayor utilidad con un alto índice de rentabilidad iguales a S/. 42,427 y 350% respectivamente, mientras la utilidad e índice de rentabilidad obtenido por el empleo del biol comercial sería S/.36,977 y 210% respectivamente. Así, la elaboración de biol en la propia chacra hace que el costo del fertilizante sea menor, aumentando la utilidad e índice de rentabilidad, lo cual es beneficioso para el pequeño productor; sin embargo, esta inversión para elaborar el biol es rara vez monetaria, ya que el productor hace uso de su fuerza de trabajo y muchas veces en sus momentos libres. En el caso del biol comercial, no se descarta su uso ya que permiten obtener rendimientos más altos, pero sugiere que su empleo debe buscar realizar labores más eficientes para disminuir el costo unitario del producto y obtener mayor rentabilidad.

Durante la campaña investigada el precio del ají `amarillo´ fue S/. 6.00 /Kg (precio del mercado orgánico en Miraflores), permitiéndole recibir importantes ingresos al productor.

**Cuadro 23: Cantidad de fertilizante aplicado en una campaña de producción de ají 'amarillo' (Mala, 2012)**

Fertilizante foliar a aplicar	Dosis (%)	Cantidad de producto original (l/ha)	Costo del producto original (S./l)	Costo total del producto original (S./campaña)
Agua de colca	0.5	2	15	30
Agua de prensa	0.5	2	15	30
EMA	0.5	2	30	60
Alopesforte	0.5	53	15	795
Fastbiol	0.5	53	15	795
<b>Biol (adquirido del fundo Bioagricultura Casa Blanca)</b>	30	3,150	2	6,300
<b>Biol (producido por el agricultor)</b>	30	3,150	0.27	850

FUENTE: Elaboración propia 2016

**Cuadro 24: Análisis económico por hectárea en una campaña de producción de ají 'amarillo' (Mala, 2012)**

Tratamiento	Inversión Total (S./)	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso Neto (S./)	Utilidad de la Producción (S./)	Índice de la Rentabilidad (%)
Testigo	10,398	6,853	41,119	30,721	295
Agua del Colca	10,848	6,923	41,541	30,692	282
Agua de Prensa	10,848	7,845	47,071	36,223	333
EMA	10,878	7,681	46,089	35,210	323
Alopes forte	12,033	8,915	53,491	41,458	344
Fastbiol	11,248	7,527	45,163	33,915	301
<b>Biol (adquirido del fundo Bioagricultura Casa Blanca)</b>	17,538	9,086	54,516	36,977	210
<b>Biol (producido por el agricultor)</b>	12,088	9,086	54,516	42,427	350

\*Precio promedio en la bioferia de Miraflores kg (S./)= 6.00

FUENTE: Elaboración propia 2016

#### 4.5 EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA

El proyecto Capsicum P2 del Programa VLIR tiene como objetivo fortalecer las cadenas de valor de los ajíes nativos del Perú. En este caso se realizó el fortalecimiento de las capacidades de los estudiantes de la UNALM (principalmente a través del grupo Colectivo Ayni) y de la pequeña producción orgánica en el fundo El Refugio, bajo el intercambio de conocimientos y la interacción entre la información práctica y la científica (figura 8). El productor participó en el diseño y la conducción del experimento. Las labores

de campo fueron realizadas siguiendo las prácticas habituales en el fundo, pero estas fueron modificadas producto de la decisión conjunta del agricultor y los investigadores.

Un tema de especial interacción fue el manejo de plagas y enfermedades, donde el conocimiento del agricultor fue apoyado por los conocimientos aportados por la universidad, ya que se trataba de un cultivo relativamente nuevo en el fundo. Solo se recomendó un producto externo (hongo antagonista) para el control del patógeno *Phytophthora capsici*. El resto de productos fue elaborado con materiales del mismo lugar, comprobándose su efectividad en el cultivo. El producto más empleado fue la “champacara”, que es elaborado con maguey y se empleó en el control de insectos picadores chupadores. También fueron beneficiosas las prácticas de campo como la fertilización orgánica al suelo tras cada cambio de surco, para nutrir al cultivo en curso y a la siguiente campaña. El empleo del caballo para el cambio de surco fue ideal para el cuidado de las raíces de las plantas de ají que son especialmente delicadas.

La investigación resultó interesante para el agricultor porque le permitió cuantificar los efectos de algunas de sus prácticas habituales, por ejemplo los efectos del uso del biol que tradicionalmente prepara en su chacra. La investigación también le permitió producir ajíes y abastecer continuamente al mercado orgánico de Miraflores (bioferia) y el mercado local en Mala; también pudo establecer contactos con restaurantes que requerían ajíes orgánicos. Los agricultores vecinos del fundo El Refugio empezaron a sembrar e intercambiar ajíes y semillas proporcionadas por el proyecto Capsicum P2. El productor ya incorporó el consumo de ajíes variados en su hogar.

La investigación participativa tiene límites, ya que muchos factores no pueden ser controlados como se podría hacer en una estación experimental, sin embargo el balance es bastante positivo por el intenso intercambio y aprendizaje mutuo de agricultor e investigadores. Se recomienda que posteriores investigaciones participativas sigan siendo planeadas desde el inicio entre el investigador y el productor. Debe conocerse primero el interés y expectativas de los productores para la investigación antes de implementar ideas ya establecidas en la investigación científica. El éxito de toda investigación participativa parte de la confianza entre el productor e investigador, y esta se gana con la continua comunicación, trabajo en equipo, intercambio de experiencias y respeto a su cultura.



**Figura 8: Investigación participativa realizada por el estudiante y agricultor**  
FUENTE: Elaboración propia, 2016

## V. CONCLUSIONES

- No se encontró diferencias significativas entre fertilizantes orgánicos foliares para los componentes de rendimiento de ají `amarillo´; sin embargo, se evidenciaron tendencias favorables para el crecimiento y desarrollo de las plantas. En todas las aplicaciones de los fertilizantes se obtuvo mayores rendimientos en relación con el testigo (6,853.3 kg/ha), destacando los tratamientos con biol (9,086kg/ha) y Alopes forte (8,915.3 kg/ha).
- El ají `amarillo´ de Piura resultó ser un cultivo adecuado para el pequeño productor en el valle de Mala. A pesar del menor crecimiento de las plantas producto de limitaciones del campo elegido, su rendimiento de hasta 9 toneladas por hectárea apunta a un considerable potencial de mejora de este sistema productivo, tomando en cuenta los altos índices de rentabilidad obtenidos. Sin embargo, estos resultados no pueden ser considerados definitivos, en parte debido a la alta variación en las unidades experimentales, lo que apunta a la necesidad de continuar las investigaciones para desarrollar sistemas de producción mejor adaptados a las condiciones de pequeños agricultores orgánicos con escasos recursos económicos.
- Las plantas fertilizadas acumularon hasta 33% más materia seca en los tallos en comparación con el testigo. Esto puede guardar relación con plantas mejor conformadas y robustas, mejor preparadas para soportar la carga de frutos y un periodo de cosecha prolongado. Su influencia no solo se debería a los nutrientes aportados sino también a la actividad de los bioestimulantes que pudieron influir en una mayor división y crecimiento celular, con mayor floración y cuajado de frutos.

- En la agricultura orgánica, a pesar que aún no se cuenta con una comprensión clara de la relación entre el rendimiento y fertilizantes foliares orgánicos, podemos afirmar que su empleo puede ayudar a obtener plantas mejor con hasta 30% más de rendimiento (biol). Además, por el elevado precio del ají `amarillo´ en el mercado orgánico se justificaría su utilización en la pequeña agricultura integrada a cadenas de valor donde se aprecie la naturaleza orgánica de los alimentos.
- La elaboración de fertilizantes foliares orgánicos permite el reciclaje de productos industriales y agrícolas en base a procesos fermentativos naturales, siendo una importante fuente de nutrientes y bioestimulantes para el ají `amarillo´. Por otro lado, la elaboración del biol en el mismo campo de pequeños productores permitiría obtener mayor utilidad con un alto índice de rentabilidad, y también permitiría internalizar el costo de producción, haciéndose más accesible y beneficioso su empleo.
- El balance de la investigación participativa es altamente positivo, lo cual fue posible principalmente por el desarrollo de una relación de respeto y confianza entre el agricultor y los investigadores.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Implementar nuevas experiencias de investigación participativa con el fin de integrar más a la universidad con los pequeños agricultores para así fortalecer y respaldar su capacidad productiva. Esto, además, ayuda a que la investigación de la UNALM sea cada vez más relevante para la pequeña agricultura, que representa cerca del 90% de las unidades agropecuarias en el Perú.
- Mejorar la investigación sobre fertilizantes foliares probando diferentes dosis y momentos de aplicación, ya que el efecto de los bioestimulantes, como hormonas, responde a su concentración en las plantas. Esto permitiría aportar claridad sobre la verdadera naturaleza de los productos (desde el punto de vista de la nutrición de la planta y de su efecto estimulante).
- Reforzar la investigación en el desarrollo de cadenas de valor de ajíes nativos del Perú, que permita aumentar la eficiencia productiva y la rentabilidad de la pequeña agricultura, como estrategia de conservación y de promoción de la biodiversidad.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- **Aparcana, S; Jansen, A. 2008.** Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso “fermentación anaeróbica” para producción de biogás. PROFEC. Perú.
- **Arana, S. 2011.** Manual de elaboración del biol. Soluciones Prácticas. Perú.
- **Arjona, H. 2015** Los Aminoácidos en la Agricultura Moderna. Consultado 9 nov 2015. Disponible en [https://www.google.com.pe/los aminoácidos en la agricultura moderna](https://www.google.com.pe/los+aminoácidos+en+la+agricultura+moderna)
- **Arteaga, 2012.** Determinación de la curva de extracción y de la hoja a muestrear para análisis de macronutrientes en pimiento (*Capsicum annuum L.*). Tesis Mg. Sc. Lima. Perú
- **Barrios, F. 2001.** Efecto de diferentes concentraciones de biol aplicados al suelo y foliarmente en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris L.*). Tesis ing. agrónomo. UNALM. Lima. Perú.
- **Bertsch F. 2003.** Absorción de nutrimentos por cultivos. ACCS. San José. Costa Rica.
- **Bossio, F. 2007** Obtención de un fertilizante basado en residuos de pescado y roca fosfatada. Tesis Biol. UNALM. Lima. Perú.
- **Calzada, J. 1970.** Método estadístico para la investigación. UNALM. Perú
- **Canet, R. 2007.** Uso de materia orgánica en agricultura. Instituto valenciano de investigaciones agrarias. España
- **Castillo, S. 2014** Curvas de extracción de macronutrientes en ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. pendulum), bajo las condiciones del valle Chicama. Tesis Mg. Sc Producción agrícola. UNALM. Lima. Perú
- **Comisión Nacional de Productos Orgánicos (CONAPO, Pe) 2006.** Reglamento técnico para los productos orgánicos. Lima. Perú.
- **Colque, T; Rodríguez, D; Mujica, A; Canahua, A; Apaza, V; Jacobsen, E. 2005.** Producción de biol abono líquido natural y ecológico. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima. Perú.

- **Coutinho, F; Giardini, F; Gomes, I; Lima, Iná; Pereira, A; Boanares, D. 2009.** Caderno dos microrganismos eficientes (EM). Conselho nacional de desenvolvimento (CNPq). Brasil.
- **De Araújo, E; De Oliveira, P; T, Cavalcante, L; Pereira, W; De Brit, N; Neves, C; Da Silva, E. 2007.** Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 11 (5); 466–470.
- **Delate, K; Cambardella, C; Mckern, A. 2008.** Effects of Organic Fertilization and Cover Crops on an Organic Pepper System. Hort Technology 18(2).
- **Delgado, J. 2003.** Efecto de la fertilización foliar en el cultivo de pepinillo para encurtido (*Cucumis sativus* L.) cv Blitz. Tesis ing. agronomo. UNALM. Lima. Perú.
- **De La Cruz, C; Bazo, J. 2001.**Proceso de elaboración de la propuesta de agricultura ecológica en el valle de Mala. Instituto Huayuna. .Lima. Perú
- **Fajardo, E; Sarmiento, S. 2007.** Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyces cerevisiae* Tesis Biol. Pontificia universidad javeriana .Colombia.
- **Research institute of organic agriculture and international federation of organic agriculture movements (FIBL and IFOAM). 2013.** The world of organic agriculture Estatistic & emerging trends.
- **Gomero, L. 2000.** Los biodigestores campesinos: una innovación para el aprovechamiento de los recursos orgánicos Red de Acción de Agricultura Alternativa. Lima. Perú.
- **Guanopatín, M. R. 2012** Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa*) Tesis Agronomía. Universidad técnica de Ambato. Ecuador.
- **Guerrero, J. 1993.** Abonos Orgánicos: Tecnologías para el manejo ecológico del suelo. Ed. Red de acción de agricultura alternativa. Lima. Perú.
- **Higa, T; Wididana, G. 1991** El Concepto y teoría sobre los Microorganismos Eficientes. Universidad de Ryukyus. Japón.
- **Hurtado, L. 2003** Manejo y Conservación del Suelo Fundamentos y Prácticas. Segunda edición. PRONAMACH. Lima Perú.

- **International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM, Ge).** 2008. La agricultura orgánica y el impacto de los agrocombustibles. Alemania.
- **Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, Pe).** 2012. IV Censo Nacional Agropecuario. Perú
- **ITIS.** 2012. Taxonomic Serial No. : 530933. EEUU. (Consulta: 10 de mayo del 2012). Disponible en: <http://www.itis.gov/servlet/singleRpt/SingleRpt?searchtopic=TSN&searchvalue=530933>.
- **Karakurt, Y; Unlu, H; Unlu, H y Padem, H.** 2009. The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. Acta Agricultura escandinavica Section B Soil and Plant Science 59: 233-237.
- **Marschner, H.** 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. Second Edition. 564 p.
- **Ministerio de Agricultura (MINAG 2012)** Producción de ajés actualizado al 2012
- **Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI).** 2015. Producción hortofrutícola. Dirección general de seguimiento y evaluación de políticas. Perú
- **MISTI.** 2015. Cultivo de Capsicums. Corporación Misti. Perú
- **Navarro, C.** 2014. Evaluación de seis formulaciones con abonos orgánicos y guano de islas en el ají `cerezo´ Tesis ing. agronomo. UNALM. Lima. Perú.
- **Nicho, P.** 2003. Cultivo de ají escabeche *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. Perú Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima. Perú.
- **Nuez, F; Gil, R; Costa, J.** 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ají. Primera edición. Mundi prensa. Madrid España.
- **Ouzounidou, G; Ilias, I; Giannakoula, A y Papadopoulou, P** 2010. Comparative study on the effects of various plant growth regulators on growth, quality and physiology of *Capsicum annuum* L. *Pak. J. Bot.* 42(2): 805-814.
- **Peralta, R.** 2010. Determinación de parámetros óptimos en la producción de FastBiol usando las excretas del ganado lechero del establo de la UNALM. Tesis Biol. UNALM. Lima- Perú.
- **Ribeiro, I; Lopes, J; Martins, S y Ramalho, S.** 2000. Adubação orgánica na produção de pimentão. Horticultura brasileira 18 (2): 134-137.
- **Rodríguez, F.** 1996. Fertilizantes. Nutrición vegetal. AGT Editor S.A. México.

- **Saborio, F. 2002.** Bioestimulantes en fertilización foliar memoria fertilización foliar: principios y aplicaciones. CIA .UCR. Costa Rica.
- **Salas, R. 2002.** Herramientas de diagnóstico para definir recomendaciones de fertilización foliar Memoria fertilización foliar: principios y aplicaciones. CIA. UCR. Costa Rica.
- **Saldaña, J. 2012.** Efecto de la aplicación de microorganismos eficaces en el rendimiento de vaina verde en alverja (*Pisum sativum* L.) Cultivar Rondón, en condiciones de Pachacamac. Tesis Agronomía. UNALM. Lima. Perú.
- **Segura, A. 2002.** Fertilización foliar: principios y aplicaciones Memoria Fertilización foliar: principios y aplicaciones. CIA. UCR. Costa Rica.
- **Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA Pe). 2011.** Estadística de producción orgánica nacional del 2011. Lima. Perú.
- **Seufert, V; Ramankutty, N; Foley, J. 2012** Comparing the yields of organic and conventional agriculture. Nature 485: 229–232
- **Stainer, R; Ingraham, J; Wheelis, M y Painter, P 1992.** Microbiología. 2da edición Editorial Reverté. España.
- **Suquilanda, M. 1996.** Agricultura orgánica Alternativa tecnológica del futuro. UPS Fundagro. Quito. Ecuador.
- **Torres, S. 2011.** Marigold o cempasúchil, La flor maravilla: escasea en el mundo Revista Industria Avícola 2011. México.
- **Ugás, R. 2013** El punto de Ají. Investigaciones en Capsicum nativos numero 1 y 2. Programa de hortalizas. UNALM. 2013.
- **Ugás, R; Siura, S; Delgado de la Flor, F; Casas, A. y Toledo, J. 2000.** Hortalizas: datos básicos Tercera edición. Edi Agraria. UNALM. Lima- Perú.
- **Vaca, R. 2011.** Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). Tesis Ing. Agro. Universidad Técnica del Norte. Cuba.
- **Villanueva, J. 2014.** Niveles de fertilización en el rendimiento de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum* L.) bajo condiciones del valle de Cañete. Tesis Ing. Agro. UNALM. Lima. Perú
- **Vizcarra Proyectos. 2012.** Marigold Boletín informativo N° 59, Perú
- **Vinísio, M. 2002.** Mecanismos de Absorción de Nutrientes por el Follaje. Memoria fertilización foliar: Principio y Aplicaciones. CIA. UCR. Costa Rica.

- **Yamada, Y; Bukovac, M; Wittwer, S. 1964** Ion binding by surfaces of isolated cuticular membrane. Plant Physiology Michigan State University. EE.UU.

## VIII. ANEXO

### ANEXO 1: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

**Cuadro 25: Cronograma de actividades realizadas en el ensayo**

D.D.T	Fecha	Labor realizada	D.D.T	Fecha	Labor realizada
<b>Almácigo</b>			<b>14</b>	24-ene	Riego ligero
<b>-51</b>	20-nov	Siembra de almácigos e inoculación con micorriza El riego fue cada día			Aplicación de fungicida orgánico
<b>-44</b>	27-nov	Germinación	<b>16</b>	25-ene	Segundo cambio de surco
<b>-10</b>	31-dic	Aplicación de insecticidas (Rotebiol y <i>Bacillus thuringiensis</i> )	<b>17</b>	27-ene	<b>APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS</b>
<b>-3</b>	07-ene	Aplicación de hongo antagonista <i>Trichoderma harzianum</i>	<b>25</b>	03-feb	<b>APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS</b>
<b>Campo</b>			<b>28</b>	06-feb	Deshierbo
<b>-10</b>	01-ene	Riego de machaco			Aplicación de insecticida y fungicidas orgánicos
<b>-4</b>	06-ene	Despajo o Deshierbo Primera fertilización			Riego ligero
<b>-1</b>	09-ene	gradeo-aradura	<b>32</b>	10-feb	<b>APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS</b>
<b>0</b>	10-ene	surcado	<b>40</b>	18-feb	Aporque y riego
		Tomeo			Aplicación de insecticida y fungicidas orgánicos
		Riego de enseño			<b>APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS</b>
		Trasplante			
<b>1</b>	11-ene	Aplicación de insecticida orgánico	<b>47</b>	25-feb	<b>APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS</b>
<b>2</b>	12-ene	Primer cambio de surco			Deshierbo
		Riego			Aplicación de fungicidas orgánico
<b>3</b>	13-ene	Aplicación de insecticida y fungicidas orgánicos			
<b>7</b>	17-ene	Aplicación de insecticida y fungicidas orgánicos			
<b>8</b>	18-ene	Riego / Siembra de frijol canario	<b>51</b>	01-mar	Riego
<b>9</b>	19-ene	<b>APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS</b>			<b>APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS</b>
		Segunda fertilización	<b>56</b>	06-mar	Riego

D.D.T	Fecha	Labor realizada	D.D.T	Fecha	Labor realizada
59	09-mar	APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS	102	21-abr	<b>PRIMERA COSECHA</b>
			105	24-abr	Aplicación de fungicidas orgánicos
63	13-mar	Riego	106	25-abr	Aplicación de insecticida orgánicos
66	16-mar	APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS			Riego
70	20-mar	Riego	107	26-abr	Aplicación de fungicidas orgánicos
		Aplicación de insecticidas orgánicos	109	28-abr	APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS
72	22-mar	Aplicación de insecticidas orgánicos	114	03-may	Aplicación de insecticida orgánicos
		Tercera fertilización	115	04-may	Riego
		Deshierbo	117	06-may	APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS
73	23-mar	APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS	118	07-may	Aplicación de fungicidas orgánicos
74	24-mar	Tercer cambio de Surco	121	10-may	Riego
77	27-mar	Riego			Aplicación de insecticida
79	29-mar	Aplicación de insecticida y fungicidas orgánicos	123	12-may	APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS
80	30-mar	APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS	125	14-may	Aplicación de fungicidas orgánicos
		Renovación de trampas de melaza	127	16-may	Riego
84	03-abr	Riego	130	19-may	APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS
		Cuarto fertilización	131	20-may	Aplicación de fungicida e insecticida orgánicos
85	04-abr	Cuarto cambio de Surco	134	23-may	Riego
86	05-abr	Aplicación de insecticida, fungicidas orgánicos y nematicida	137	26-may	APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS
		APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS	138	27-may	Renovación de trampas de melaza
87	06-abr	APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS			Aplicación de insecticida
91	10-abr	Aplicación de fungicidas orgánicos	143	01-jun	Riego
92	11-abr	Aporque	144	02-jun	Aplicación de fungicida e insecticida orgánicos
		Riego			<b>SEGUNDA COSECHA</b>
94	13-abr	Aplicación de insecticida	145	03-jun	Aplicación de fungicidas orgánicos
		APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS			APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS
99	18-abr	Aporque	151	09-jun	Deshierbo
		Aplicación de insecticida orgánico			Riego
101	20-abr	Riego	152	10-jun	APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS
		APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS			Aplicación de fungicidas orgánicos
		Renovación de trampas de melaza			Deshierbo

«continuación »

<b>D.D.T</b>	<b>Fecha</b>	<b>Labor realizada</b>
<b>160</b>	15-jun	Riego
		<b>APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS</b>
<b>162</b>	17-jun	Aplicación de fungicidas orgánicos y Fertilización drench
<b>164</b>	19-jun	Aplicación de fungicida e insecticida orgánicos
		Renovación de trampas de melaza
<b>165</b>	20-jun	<b>TERCERA COSECHA</b>
<b>168</b>	23-jun	<b>APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS</b>
<b>175</b>	30-jun	Riego
		<b>APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS</b>
<b>180</b>	05-jul	<b>CUARTA COSECHA</b>
<b>184</b>	09-jul	Aplicación de fungicida e insecticida orgánicos
<b>186</b>	11-jul	<b>APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS</b>
<b>190</b>	15-jul	Riego
		Aplicación de fungicidas orgánicos
		<b>APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS</b>
<b>205</b>	30-jul	Riego
		Aplicación de fungicidas orgánicos
<b>208</b>	02-ago	Aplicación de fungicida e insecticida orgánicos
<b>210</b>	04-ago	<b>QUINTA COSECHA</b>
<b>220</b>	14-ago	Riego
		Aplicación de fungicidas orgánicos
<b>225</b>	19-ago	Aplicación de fungicida e insecticida orgánicos
<b>234</b>	28-ago	<b>SEXTA COSECHA</b>
<b>235</b>	29-ago	Riego
<b>248</b>	13-sep	Riego

«continuación »

FUENTE: Elaboración propia 2016

## ANEXO 2: COSTO DE PRODUCCIÓN

**Cuadro 26: Sub costo de labores e insumos del cultivo de ají `amarillo´**

Rubro	Unidad	Cantidad utilizada	Costo de unidad (S/.)	Total (S/.)
<b>1. Semilla y siembra</b>				
Semilla	kg/ha	1	60	60
Almácigo	Plántulas /ha	13333	0.04	533.32
Trasplante	Jornal	5	35	175
<b>2. Preparación del terreno</b>				
Riego de Machaco	Jornal	1	35	35
Gradeo y arado	Hor/maq	6	70	420
Surcado	Hor/maq	3	70	210
Tomeo	Jornal	1	35	35
<b>3. Fertilización</b>				
Abonamiento	Jornal	10	35	350
Humus	kg	9,765	0.25	2,441.25
Compost	kg	2,941	0.18	529.38
Guano de cabra	kg	6,588	0.14	922.32
<b>4. Riegos</b>				
Riego	Jornal	10	35	350
Agua de canal	m3	8,000	0.02	160
<b>5. Tratamiento fitosanitario</b>				
Aplicación de insecticidas y fungicidas	Jornal	33	35	1155
Mantenimiento de trampas	Jornal	8	35	280
<i>Trichoderma harzianum</i>	Bolsa de 800 g	8	13.3	106.4
Macerado de Ajo	l	27	2	54
Macerado de Ají	l	64	2	128
Macerado de cola de caballo	l	29	2	58
Macerado de Cebolla	l	21	2	42
Macerado de Maguey	Kg	72	2	144
Azufre	kg	100	0.5	50
Melaza	kg	270	1	270
<b>6. Control de malezas</b>				
Deshierbos	Jornal	17	35	595
<b>7. Cosecha y postcosecha</b>				
Cosecha manual	Jornal	28	35	980
<b>8. Otras labores culturales</b>				
Cambio de surco y levantamiento de surco	Hora/maquina	4	70	280
Riego / Siembra de frijol canario		1	35	35
<b>SUB TOTAL</b>				<b>10,398.67</b>

FUENTE: Elaboración propia, 2016

**Cuadro 27: Sub costo de fertilizantes aplicados en cada tratamiento del cultivo de ají 'amarillo'**

Fertilizante	Unidad	Cantidad utilizada	Costo por unidad (S/.)	Total (S/.)
Agua de Colca	1	2	15	30
	Jornal (costo de aplicación)	12	35	420
	Sub total			<b>450</b>
Agua de Prensa	1	2	15	30
	Jornal (costo de aplicación)	12	35	420
	Sub total			<b>450</b>
EM	1	2	30	60
	Jornal (costo de aplicación)	12	35	420
	Sub total			<b>480</b>
Alopes forte	1	53	15	795
	Jornal (costo de aplicación)	24	35	840
	Sub total			<b>1,635</b>
Fastbiol	1	53	15	795
	Jornal (costo de aplicación)	24	35	840
	Sub total			<b>1,635</b>
Biol (comercial de Bioagricultura Casa Blanca)	1	3,150	2	6,300
	Jornal (costo de aplicación)	24	35	840
	Sub total			<b>7,140</b>
Biol (producido por el productor)	Jornal (costo de aplicación)	24,3	35	850
	Jornal (costo de aplicación)	24	35	840
	Sub total			<b>1,690</b>

FUENTE: Elaboración propia 2016

**Cuadro 28: Costo total por tratamientos**

Tratamiento	Costo total (S/.)
Agua de colca	10,848
Agua de prensa	10,848
EMmiento 3)	10,878
Alopes forte	12,033
Fastbiol	11,248
Biol (comercial de Bioagricultura Casa Blanca)	17,538
Biol (producido por el productor)	12088
Testigo	10,398

FUENTE: Elaboración propia 2016

**Cuadro 29: Cantidad de fertilizante aplicado por hectárea en una campaña de producción de ají `amarillo´ basado en el agua empleada en una parcela experimental**

<b>Fertilizante foliar a aplicar</b>	<b>Dosis (%)</b>	<b>Cantidad de producto original (l/ha)</b>	<b>Costo del producto original (S./l)</b>	<b>Costo total del producto original (S./campaña)</b>
<b>Agua de colca</b>	0.5	8	15	<b>120</b>
<b>Agua de prensa</b>	0.5	8	15	<b>120</b>
<b>EMA</b>	0.5	8	30	<b>240</b>
<b>Alopesforte</b>	0.5	313	15	<b>4,695</b>
<b>Fastbiol</b>	0.5	313	15	<b>4,695</b>
<b>Biol (comercial de Bioagricultura Casa Blanca)</b>	30	18,750	2	<b>37,500</b>
<b>Biol (producido por el productor)</b>	30	18,750	0.27	<b>5,062</b>

FUENTE: Elaboración Propia 2016

**Cuadro 30: Análisis económico por hectárea de producción de ají `amarillo´ basado en el agua empleada en una parcela experimental**

<b>Tratamiento</b>	<b>Inversión Total (S./)</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>	<b>Ingreso Neto (S./)</b>	<b>Utilidad de la Producción (S./)</b>	<b>Índice de la Rentabilidad (%)</b>
<b>Agua del Colca</b>	<b>10,939</b>	6,924	41,541	30,602	280
<b>Agua de Prensa</b>	<b>10,939</b>	7,845	47,072	36,133	330
<b>EMA</b>	<b>11,059</b>	7,682	46,089	35,030	317
<b>Alopes forte</b>	<b>15,934</b>	8,915	53,492	37,558	236
<b>Fastbiol</b>	<b>15,934</b>	7,527	45,164	29,230	183
<b>Biol (comercial de Bioagricultura Casa Blanca)</b>	<b>48,739</b>	9,086	54,516	5,777	12
<b>Biol (producido por el productor)</b>	<b>16,300</b>	9,086	54,516	38,216	234
<b>Testigo</b>	<b>10,399</b>	6,853	41,120	30,721	295

FUENTE: Elaboración Propia 2016

**ANEXO 3: PROCESADO DEL MARIGOLD**

	
<p><b>Flor del marigold</b></p>	<p><b>Colca armada</b></p>
	
<p><b>Flores “maduras” para el prensado</b></p>	<p><b>Residuo de la Colca llamado agua de colca procedentes del drenaje de las colcas</b></p>
	
<p><b>Disposición de las flores al prensado</b></p>	<p><b>Máquina prensadora</b></p>
	
<p><b>Prensado de flores</b></p>	<p><b>Residuo del prensado llamado agua de prensa</b></p>

**Figura 9: Primera parte del procesado de la flor del marigold y la obtención de residuos como el agua de colca y agua de prensa.**  
 FUENTE: Elaboración Propia 2016

	
<p><b>Envío de la flor prensada al horno</b></p>	<p><b>Máquina secadora y horno</b></p>
	
<p><b>Maquina moledora</b></p>	<p><b>Flor molida y lista para el embolsado</b></p>

«continuación »

FUENTE: Elaboración Propia, 2016

**ANEXO 4: PLANTAS EXTRAÍDAS**

Agua de colca	Agua de prensa	EMA	Alopes forte
			
Fastbiol		Biol	Testigo
			

**Figura 10: Plantas de ají `amarillo´ de cada tratamiento (250 d.d.t)**  
Elaboración Propia, 2016

## ANEXO 5: PROMOCIÓN DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA EN EL FUNDO EL REFUGIO

Se muestra el díptico dedicado a promocionar el fundo orgánico El Refugio. Este fue elaborado por estudiantes del Colectivo Ayni.



Figura 11: Primera cara del díptico del fundo orgánico El Refugio  
Elaboración Propia, 2016

Nuestro fundo "El Refugio" es una unidad familiar de 15 hectáreas dedicada a la agricultura ecológica desde el año 1996 y con más de 15 años de certificación orgánica. Se ubica en la zona de Santa Eriqueta del Distrito de Mala, Provincia de Cañete, Región Lima, a 88 km de la ciudad de Lima por la antigua Panamericana Sur.

Con otros agricultores malleños conformamos una asociación de productores orgánicos llamada BIOFRUJ y a su vez somos parte de la Asociación Nacional de Productores Ecológicos (ANPE PERU).

Nuestra familia, Francis Chumpitaz, toma la iniciativa de este proyecto incorporando más familias, como los hermanos Francis Zevallos. En la actualidad se cuenta con 6 miembros activos. Aquí participa toda la familia en actividades de producción, procesamiento y venta de nuestros productos.

Somos pioneros y forjadores de la ecología en la zona y también somos muy celosos al cumplir las normas ecológicas. La convicción, perseverancia y responsabilidad nos han permitido ir creciendo en esta grata actividad.

> **La agricultura ecológica es reconocida por nosotros como parte de este sistema y que ninguno está por encima del otro, se practica y vive.**

> **La agroecología es un sistema de producción social, ambiental y económicamente viable.**

➔ **PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

Producimos frutas (manzana, durazno, uva) y verduras (lechuga, albahaca, jilí, papa, chinchu, zapallito y otros). Todos son alimentos sabrosos y saludables.

➔ **PRODUCCIÓN ANIMAL**

Criamos con amor y dedicación gansos, cerdos y cuyes. Su producción permite obtener alimentos para la familia y abono de excelente calidad para nuestro campo.

➔ **PRODUCTOS PROCESADOS**

Elaboramos mermeladas, vinos y mermeladas hechas con durazno, manzana, uva y zarzamora. Todo a través de un proceso natural.

➔ **MERCADO ORGÁNICO**

Todos los sábados por la mañana ofrecemos productos de calidad y a buen precio en la Bioterapia del Parque Reducto N° 2, Miraflores, Lima.

➔ **AGROECOTURISMO**

Recibimos visitantes con ganas de aprender y participar en las prácticas agroecológicas. Así, establecemos una fuerte conexión entre el hombre, el campo agrícola y la naturaleza.







**Figura 12: Segunda cara del díptico del fundo orgánico El Refugio**  
 FUENTE: Elaboración Propia, 2016