



# 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

Patrocinador : Roberto Ugás Carro

  
*el huerto*

  
SHARING MINDS, CHANGING LIVES



# Ají amarillo

*Capsicum baccatum* L.var *pendulum*

Los Capsicum son plantas de origen tropical, sub tropical y de climas templados, principalmente entre Perú y Bolivia.

El ají amarillo es el ají nativo más importante del Perú. Su producción proviene de pequeños y medianos productores, aunque en los últimos años la demanda de la agroindustria ha originado siembras de mayores dimensiones.

La extensión de la producción nacional de ajíes al año 2013 fue 4,367 ha. El rendimiento comercial es de alrededor de 16 t/ha, aunque se reportan rendimientos de hasta 30 t/ha o más.

Requerimientos del clima y suelo:

- Temperatura (°C): 13 - 25
- pH del suelo: 5.5 - 7
- Requerimiento hídrico (mm): 1100 a 1450
- Textura del suelo: franco arenoso
- Extracción de nutrientes (kg/ha): N: 270, P: 21, K: 416, Mg: 42, Ca:134 (Castillo, 2014)



# Reciclaje

El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es convertir residuos en nuevos productos o en materia prima para su posterior utilización. Es un componente clave en la reducción de desechos contemporáneos y es el tercer componente de las 3R (“Reducir, Reutilizar, Reciclar”).

Residuos de la industria de alimentos y producción agrícola pueden convertirse en una fuente de nutrientes para la agricultura orgánica.

Los fertilizantes líquidos orgánicos se define como el residuo final de la fermentación de 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).



# OBJETIVOS



## General:

Evaluar el efecto de fertilizantes foliares en los componentes del rendimiento de ají `amarillo`, implementando una investigación participativa con un pequeño productor orgánico experimentado.

## Específicos:

- 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`.

# MATERIALES Y MÉTODOS

## SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FAMILIAR ORGÁNICA EN EL FUNDO EL REFUGIO, VALLE DE MALA



- Extensión: 2 ha
- Producción agrícola: Frutas y verduras
- Producción animal: Carneros y gansos
- Producción de procesados: mistelas, vinos y mermeladas
- Mercado Orgánico: Bioferia del Parque reducto, mercado local y otros
- Agroecoturismo: Visitantes y colegios



Mala, Lima 2012

- **Análisis de caracterización del suelo en el fundo El Refugio, Mala**

<b>Valores analizados</b>		<b>Resultado</b>
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

- **Análisis de materia orgánica aplicada al suelo en el fundo El Refugio, Mala**

<b>Característica</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>pH</b>	<b>C.E (dS/m)</b>	<b>N (%)</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%)</b>	<b>K<sub>2</sub>O (%)</b>	<b>CaO (%)</b>	<b>MgO (%)</b>	<b>Na (%)</b>	<b>C (%)</b>	<b>Relación C/N</b>
<b>Compost</b>	47.91	7.5	14.7	1.6	1.79	1.08	5.38	1.99	0.2	20.9	13.49
<b>Guano de cabra</b>	5.15	8.0	16.5	1.1	1.1	2.97	4.04	1.39	0.3	13.6	12.5
<b>Humus de Lombriz</b>	51.94	6.4	1.81	1.3	1.15	0.37	3.02	1.12	0.1	20.8	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 se aplicó:

<b>Fertilizante</b>	<b>Cantidad (kg/ha )</b>	<b>Momento de aplicación</b>
<b>Compost</b>	2,941	Aplicado en los cambios de surco
<b>Guano de cabra</b>	6,588	Aplicado en la preparación del campo
<b>Humus de lombriz</b>	9,764	Aplicado en los cambios de surco

\* Compost elaborado a partir de rastrojos, purín de caracoles y cascara de huevo

# • Tratamientos

## Industria del marigol



Residuo del macerado de flores en la «colca»



Residuo después del prensado de flores

Melaza y agua



Fermentación acidoláctica



AGUA DE COLCA



AGUA DE PRENSA

## Microorganismos eficientes (EM)



Melaza y agua



Fermentación acidoláctica



EMA

## Industria de la harina de pescado



Residuo compuesto por víceras sin hueso



Consorcio microbiano B-lac + melaza



Fermentación acidoláctica



ALOPES FORTE

## Crianza de ganado vacuno



Excreta de ganado



Consorcio microbiano B-lac + melaza



Fermentación acidoláctica



FAST BIOL

## Producción agrícola Bioagricultura Casa Blanca



Residuo de cosechas, rastrojos y otros



Excreta de cuy



Fermentación anaeróbica



BIOL

- **Dosis y frecuencia de aplicación**

<b>Tratamiento</b>	<b>Fertilizantes Foliare</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Dosis</b>	<b>Frecuencia de Aplicación</b>
<b>T1</b>	<b>Agua de colca</b>	Empresa AgromerkS.A.	0.5%	Cada dos semanas
<b>T2</b>	<b>Agua de prensa</b>	Empresa AgromerkS.A.	0.5%	Cada dos semanas
<b>T3</b>	<b>EMA</b>	Empresa BIOEMS.A.C	0.5%	Cada dos semanas
<b>T4</b>	<b>Alopes Forte</b>	Laboratorio de Bioremediación UNALM	0.5 %	Semanal
<b>T5</b>	<b>Fastbiol</b>	Laboratorio de Bioremediación UNALM	0.5 %	Semanal
<b>T6</b>	<b>Biol</b>	Bioagricultura Casa Blanca	30%	Semanal

**Diseño experimental:** Bloques completamente al azar

**Número de bloques:** 4

- Análisis especial de materia orgánica de los fertilizantes empleados en los tratamientos

Tratamiento	Fertilizantes Foliares	pH	CE	Sólidos	Materia orgánica	N	P	K	Ca	Mg
			(dS/m)	(g/l)	(g/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
<b>T1</b>	Agua de colca	3.4	15.8	55.7	41.4	1,036.0	119.4	4,880.0	716.0	352.0
<b>T2</b>	Agua de prensa	3.4	14.4	53.8	41.1	1,876.0	93.7	4,560.0	8.2	304.0
<b>T3</b>	EMA	3.4	11.6	26.6	18.1	5,040.0	38.2	3,120.0	539.4	208.0
<b>T4</b>	Alopesforte	3.8	24.1	330.9	283.0	20,454.0	2,541.4	8,480.0	3,748.0	1,160.0
<b>T5</b>	Fastbiol	3.8	23.4	210.6	168.2	5,096.0	1,195.5	7,560.0	2,860.0	1,360.0
<b>T6</b>	Biol	7.4	16.4	32.7	11.6	1,120.0	167.0	7,400.0	217.0	60.6

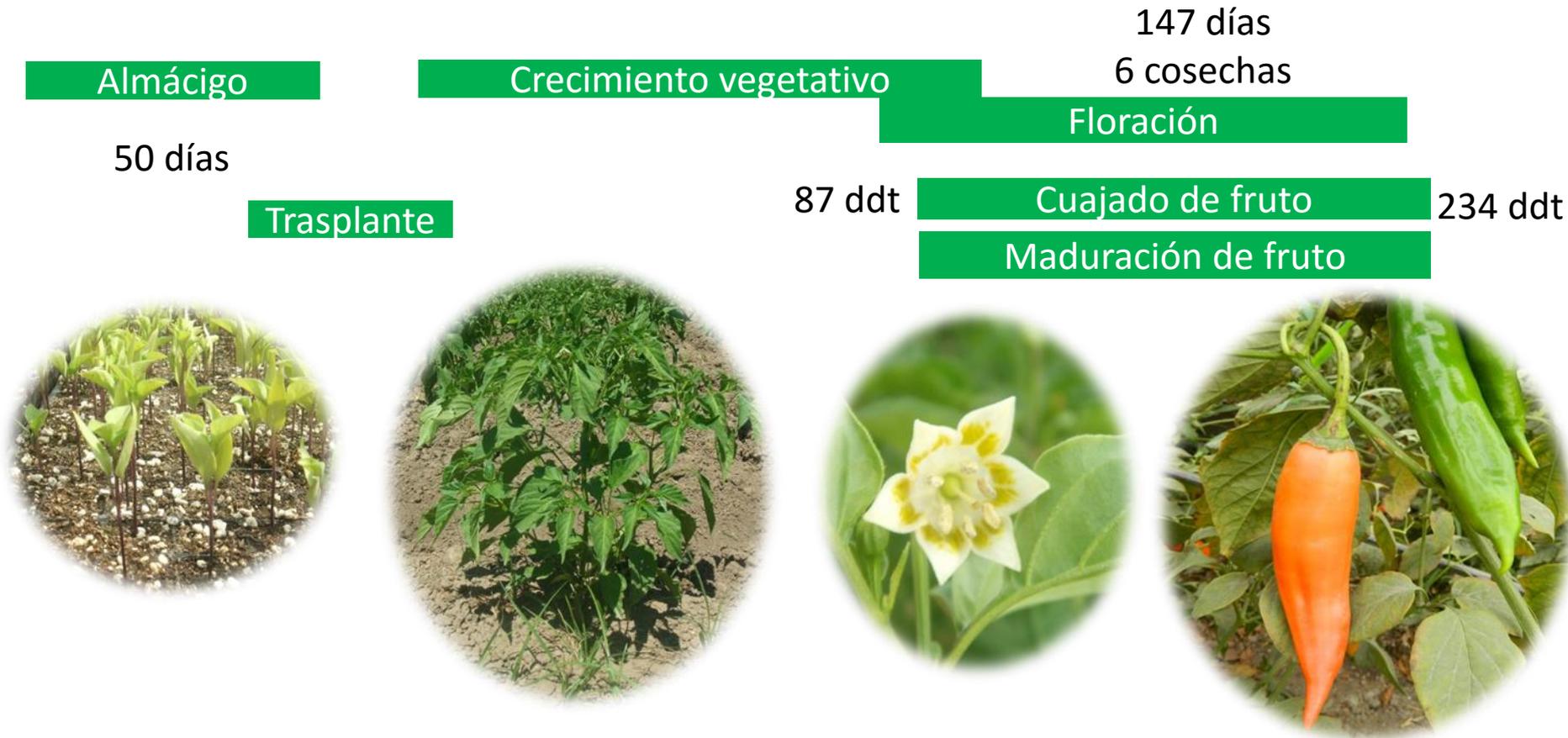
FUENTE: Laboratorio de suelos, plantas, agua y fertilizantes -UNALM 2012

- **Aporte de nutrientes contenidos en los fertilizantes foliares durante la campaña**

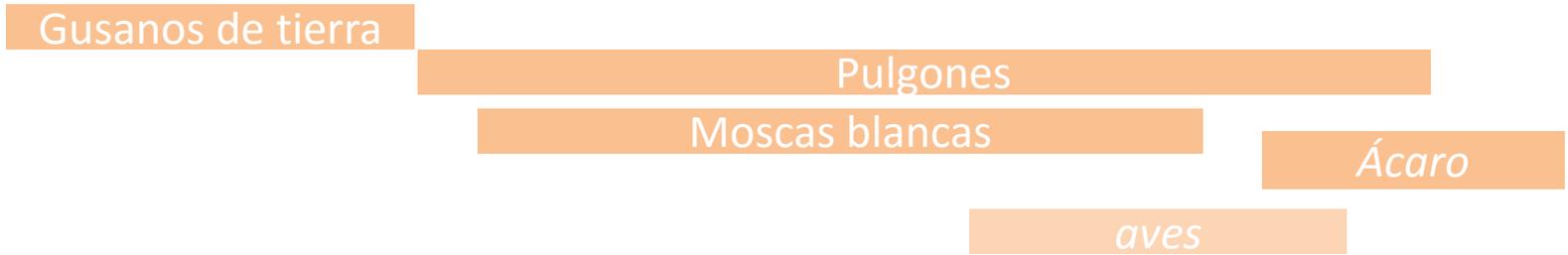
Como referencia, se muestra la cantidad de nutrientes incorporados por los fertilizantes foliares durante una campaña en 1 hectárea de producción.

Tratamiento	Fertilizante	Dosis	Aplicaciones (N°)	Fertilizantes					
				foliar aplicado (l/ha/campaña)	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)
<b>T1</b>	Agua de colca	0.5%	12	156	0.16	0.02	0.76	0.11	0.05
<b>T2</b>	Agua de prensa	0.5%	12	156	0.29	0.01	0.71	0.005	0.05
<b>T3</b>	EMA	0.5%	12	156	0.79	0.01	0.49	0.08	0.03
<b>T4</b>	Alopesforte	0.5%	24	313	<b>6.4</b>	0.8	2.65	1.17	0.36
<b>T5</b>	Fastbiol	0.5%	24	313	1.6	0.37	2.37	0.9	0.43
<b>T6</b>	Biol	30.0%	24	18,750	<b>21.0</b>	<b>3.13</b>	<b>138.75</b>	<b>4.07</b>	1.14

- **Fenología del cultivo**



**Marchitez**

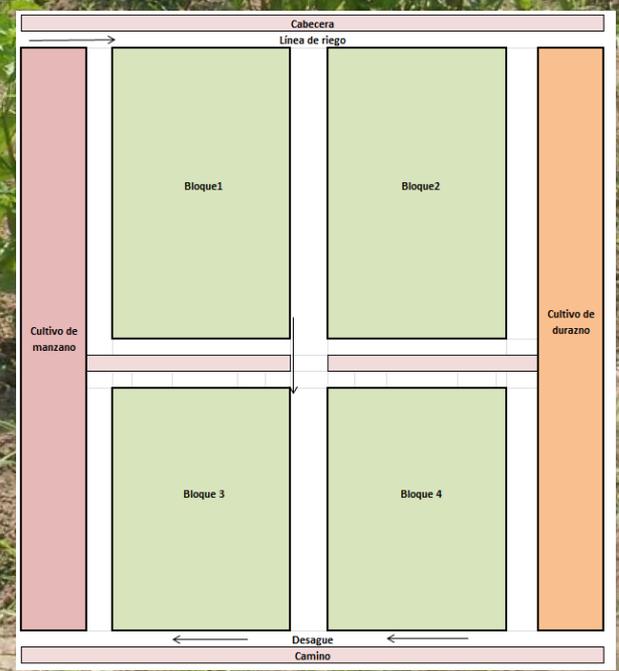




FASTBIOL  
G-53

INSTITUTO VENEZOLANO  
G-23

TESTIG  
G-24



# RESULTADOS

## CRECIMIENTO

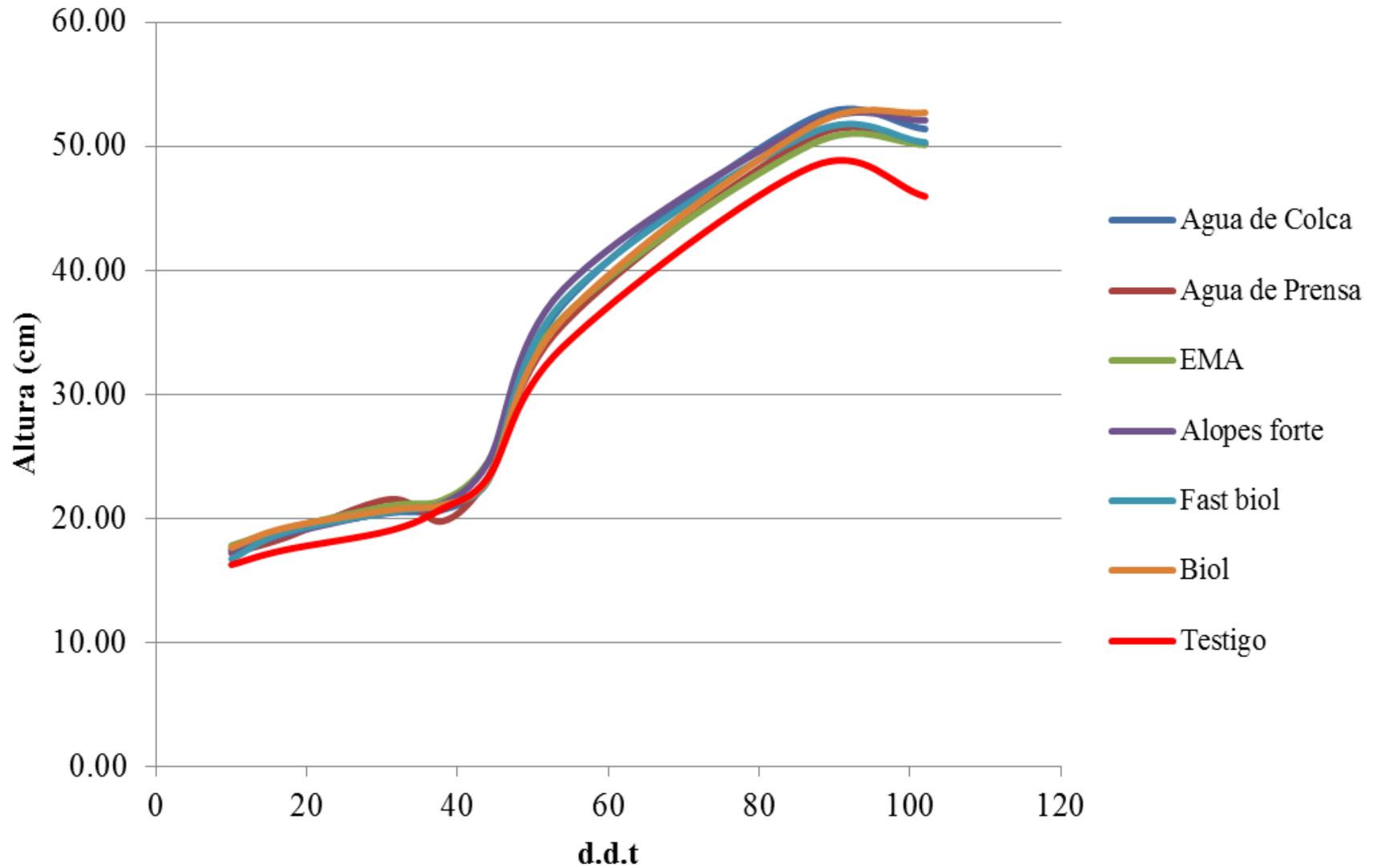


### Altura y diámetro en plantas de ají `amarillo´

Tratamientos	Floración 87 d.d.t						Primera cosecha 102 d.d.t					
	altura (cm)			diámetro (cm)			altura (cm)			diámetro (cm)		
<b>Testigo</b>	100 %	48.34	a	100 %	49.66	a	100 %	45.93	a	100 %	61.58	ab
<b>Agua de colca</b>	108 %	52.24	a	105 %	52.42	a	111 %	51.37	a	106 %	65.31	ab
<b>Agua de prensa</b>	104 %	50.71	a	105 %	52.41	a	109 %	50.15	a	100 %	62.01	b
<b>EMA</b>	103 %	50.15	a	109 %	54.50	a	109 %	50.11	a	112 %	69.45	a
<b>Alopesforte</b>	107 %	51.79	a	108 %	53.88	a	113 %	52.07	a	111 %	68.73	a
<b>Fastbiol</b>	105 %	51.08	a	104 %	51.90	a	109 %	50.29	a	109 %	67.32	ab
<b>Biol</b>	106 %	51.62	a	109 %	54.56	a	114 %	52.69	a	112 %	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.

**Altura de planta (cm)/tiempo (d.d.t)**



## PESO DE PLANTA

### Distribución de peso seco en plantas de ají `amarillo`

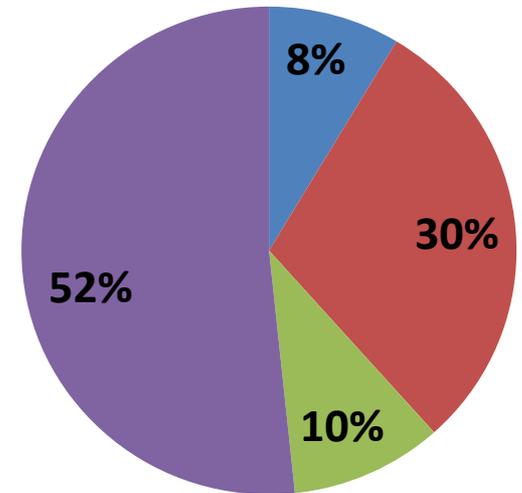
Tratamiento	Raíz (g)			Tallo (g)			Hoja (g)			Fruto (g)			Peso seco total (g)		
<b>Testigo</b>	14.37	b	8%	50.12	b	28%	18.41	a	10%	95.06	a	53%	177.96	b	100%
<b>Agua de colca</b>	16.25	ab	9%	53.13	b	29%	20.48	a	11%	95.54	a	52%	185.41	b	100%
<b>Agua de prensa</b>	17.13	ab	8%	62.77	ab	29%	21.19	a	10%	112.02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

## Distribución de peso seco en plantas de ají 'amarillo'

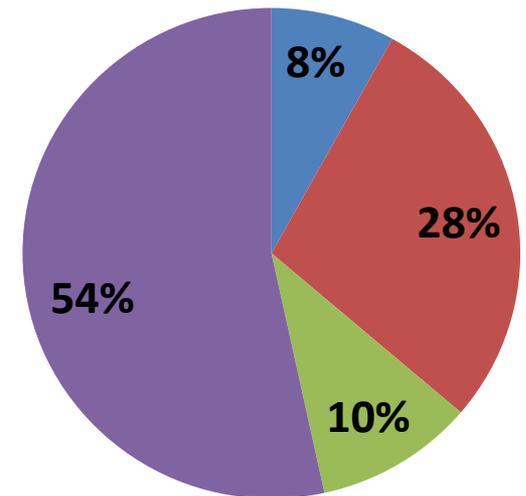


plantas fertilizadas (promedio de tratamientos)



Raiz Tallo Hoja Fruto

plantas testigo



Raiz Tallo Hoja Fruto

## Porcentaje de peso seco en órganos del ají `amarillo´

Tratamiento	Raíz (%)		Tallo (%)		Hoja (%)		Fruto (%)	
<b>Testigo</b>	36.57	ab	23.76	b	14.69	a	16.07	a
<b>Agua de colca</b>	45.04	a	30.61	ab	19.23	a	16.15	a
<b>Agua de prensa</b>	38.57	ab	31.07	ab	17.06	a	15.97	a
<b>EMA</b>	41.18	ab	28.34	ab	17.47	a	17.15	a
<b>Alopesforte</b>	36.69	ab	25.28	ab	17.07	a	16.49	a
<b>Fastbiol</b>	33.8	b	24.44	b	16.92	a	16.14	a
<b>Biol</b>	35.89	ab	<b>33.19</b>	a	17.54	a	15.37	a
<b>Promedio</b>	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.

## 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)
<b>Peso seco</b>	Hoja (%)	17.14	9.76
	Tallo (%)	28.10	11.63
	Fruto (%)	16.19	13.62

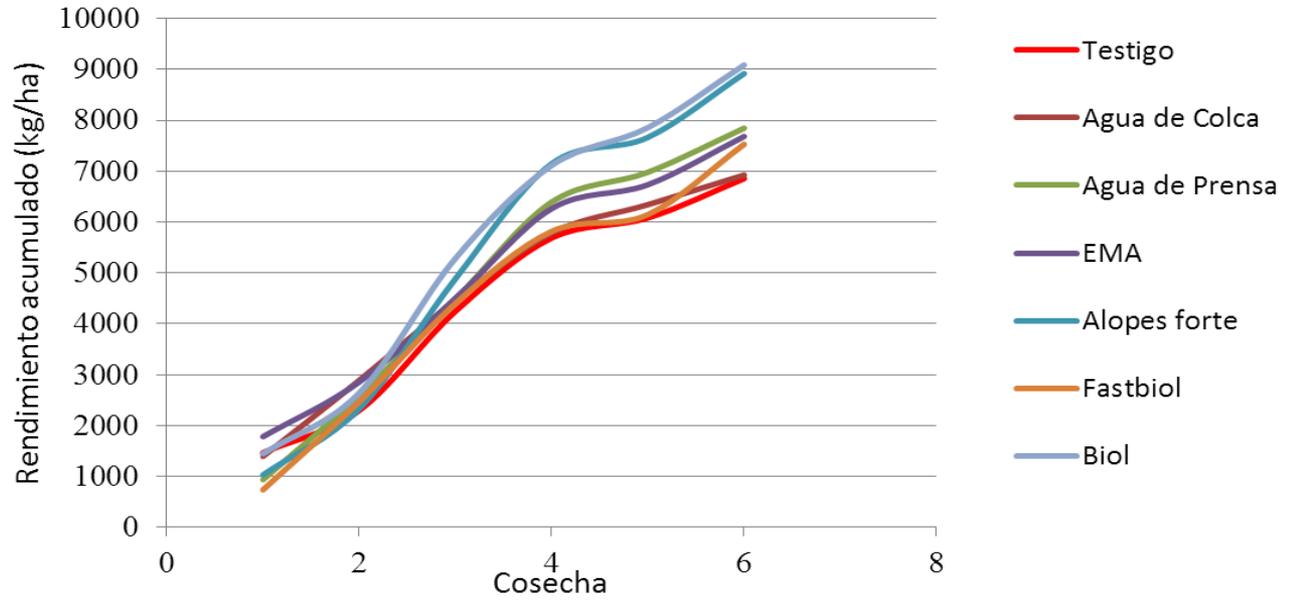
# RENDIMIENTO

## Rendimiento por cosechas acumuladas en plantas de ají `amarillo`

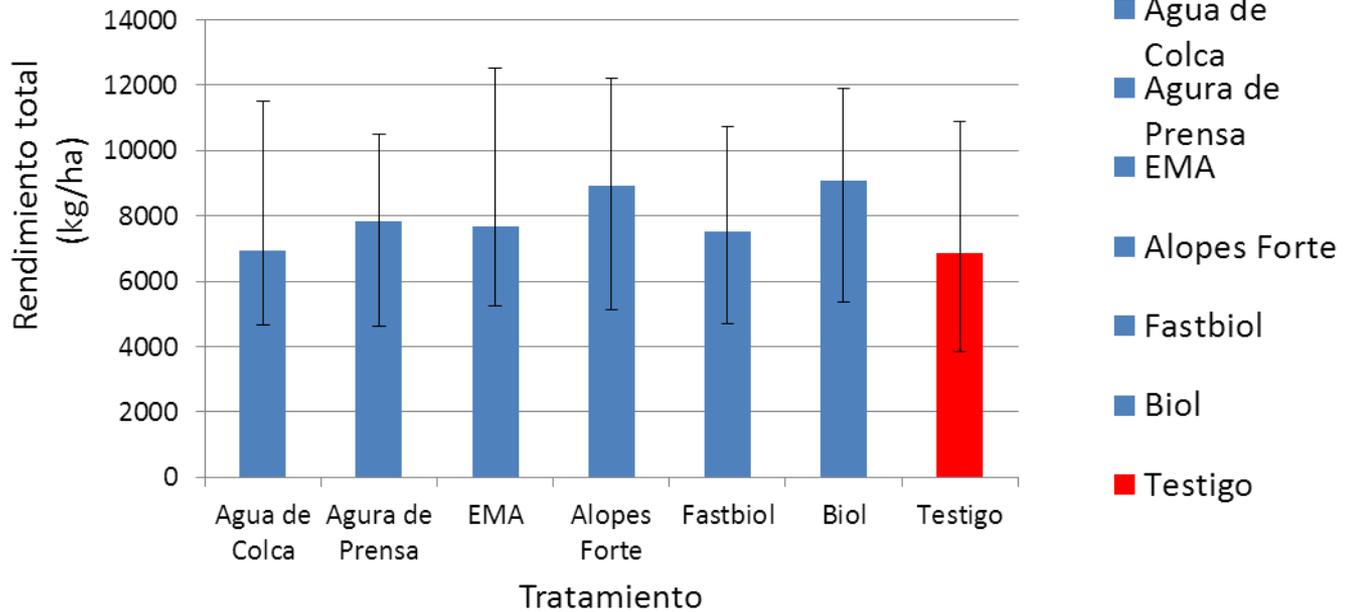
Tratamiento	1° cosecha Acumulada (kg/ha) 102 d.d.t		2° cosecha acumulada (kg/ha) 144 d.d.t		3° cosecha acumulada (kg/ha) 165 d.d.t		4° cosecha acumulada (kg/ha) 180 d.d.t		5° cosecha acumulada (kg/ha) 206 d.d.t		6° cosecha acumulada (kg/ha) 234 d.d.t		
<b>Testigo</b>	1,535.50	ab	2,403.88	a	4,445.40	a	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	<b>9,086.00</b>	a	<b>130%</b>
<b>Promedio</b>	1,318.1		2,710.4		4,844.8		6,641.5		7,181.3		7833.2		
Nivel de Significancia de tratamientos	n.s		n.s		n.s		n.s		n.s		n.s		
Nivel de Significancia de bloques	0.01		0.01		0.01		0.01		0.01		0.01		
C. V (%)	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.

Rendimiento acumulado (kg/ha)



Rendimiento total (kg/ha)



## CALIDAD

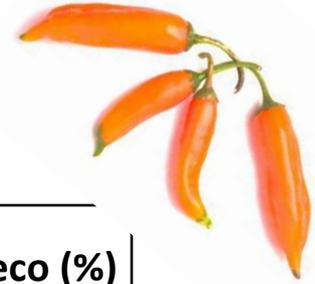


### Diámetro y largo del fruto de ají `amarillo´ a la tercera cosecha

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.

**Peso fresco y peso seco del fruto de ají `amarillo` a la tercera cosecha**



Tratamiento	Peso fresco (g)		Peso seco (g) (estufa)		Peso seco (%)	
<b>Testigo</b>	33.25	a	5.33	a	16.07	a
<b>Agua de colca</b>	33.75	a	5.26	a	16.15	a
<b>Agua de prensa</b>	31.75	a	4.96	a	15.97	a
<b>EMA</b>	33.50	a	5.51	a	17.15	a
<b>Alopesforte</b>	32.75	a	5.31	a	16.49	a
<b>Fastbiol</b>	33.75	a	5.44	a	16.14	a
<b>Biol</b>	38.00	a	5.80	a	15.37	a
<b>Promedio</b>	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.

**Peso fresco de frutos de plantas de ají `amarillo` producidos en un sistema convencional y orgánico**

Autor	Sistema	Tratamiento	Fertilización	Peso fresco de fruto (g)
<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

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

### Cantidad y costo de los fertilizantes empleados

<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>	<b>0.5</b>	<b>8</b>	<b>15.00</b>	<b>120</b>
<b>Agua de prensa</b>	<b>0.5</b>	<b>8</b>	<b>15.00</b>	<b>120</b>
<b>EMA</b>	<b>0.5</b>	<b>8</b>	<b>30.00</b>	<b>240</b>
<b>Alopesforte</b>	<b>0.5</b>	<b>313</b>	<b>24.00</b>	<b>7,512</b>
<b>Fastbiol</b>	<b>0.5</b>	<b>313</b>	<b>15.00</b>	<b>4,695</b>
<b>Biol</b>	<b>30</b>	<b>18,750</b>	<b>0.27</b>	<b>5,062</b>

# EVALUACIÓN ECONÓMICA

## Análisis económico por hectárea

Tratamiento	Inversión Total (S/.)	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso Neto (S/.)	Utilidad de la Producción (S/.)	Índice de la Rentabilidad (%)
Testigo	10,398.6	6,853.3	41,119.9	30,721.3	295
Agua del Colca	10,938.6	6,923.5	41,541.0	30,602.3	279
Agua de Prensa	10,938.6	7,845.3	47,071.9	36,133.3	330
EMA	11,058.6	7,681.5	46,089.0	35,030.3	316
Alopes forte	18,750.6	8,915.3	53,491.9	34,741.3	185
Fastbiol	15,933.6	7,527.3	45,163.9	29,230.3	183
Biol	16,488.6	9,086.0	54,516.0	38,027.3	230



## 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.

El productor y estudiantes de la UNALM de la agrupación Colectivo Ayni participaron en el intercambio de conocimientos durante el diseño y la conducción del experimento.

La investigación resultó interesante ya que el agricultor pudo cuantificar los efectos de algunas de sus prácticas habituales, como el uso de biol que tradicionalmente prepara.

La investigación 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.



# CONCLUSIONES



- No se encontró diferencias significativas entre fertilizantes orgánicos foliares para los componentes de rendimiento.
- Las aplicaciones de los fertilizantes evidenciaron tendencias favorables al obtener 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).
- Las plantas fertilizadas acumularon hasta 33% más materia seca en los tallos en comparación con el testigo.
- 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´. Además la elaboración del biol en el mismo campo permite internalizar el costo de producción, haciendolo más accesible y beneficioso.
- El ají `amarillo´ de Piura resultó ser un cultivo adecuado para el pequeño productor. A pesar del menor crecimiento de las plantas (limitaciones del campo elegido), su rendimiento de hasta 9 t/ha apunta a un considerable potencial de mejora de este sistema productivo por su alto índice de rentabilidad.
- 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

# 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 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.
- 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.

**UNIDAD  
FAMILIAR AGRICOLA**

