



Umbral de tratamiento del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L. ssp amiláceo)

Threshold of treatment of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in the crop of starchy corn (*Zea mays* L. ssp amylaceo)

Franklin Yanqui Diaz ¹; Juan Alarcón Camacho ^{1,*}; Haydee Carrasco Ustua¹; Sandra Creceida Caballero Ramírez¹; Benito Sauñe Carrasco¹; Daniel Encarnación Chávez Bocanegra²; Sarita Maruja Moreno Llacza²; Marilyn Aurora Buendía Molina²; Nicanor Miguel Bravo Choque³

1 Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay, Apurímac, Perú.

2 Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

3 Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

*Autor corresponsal: जारconcamacho@yahoo.com (J. Alarcón Camacho).

ID ORCID de los autores

F. Yanqui Diaz:  <http://orcid.org/0000-0002-42260738>

J. Alarcón Camacho:  <http://orcid.org/0000-0002-4911-7440>

H. Carrasco Ustua:  <http://orcid.org/0000-0001-7031-5882>

S. C. Caballero Ramírez:  <http://orcid.org/0000-0002-19982409>

D. E. Chávez Bocanegra:  <http://orcid.org/0000-0002-7738-8088>

S. M. Moreno Llacza:  <http://orcid.org/0002-0506-6135>

M. A. Buendía Molina:  <http://orcid.org/0000-0003-2896-0778>

N. M. Bravo Choque:  <http://orcid.org/0000-0001-6033-2443>

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el umbral de tratamiento (UT) del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L. ssp amiláceo) en el sector Ccanabamba, distrito de Tamburco, provincia de Abancay, departamento Apurímac, Perú. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con tres tratamientos químicos (T1: Tifon 2,5% PS; T2: Clorpirifos S480; T3: Cyperklin 25) y un control. Se colectaron 160 larvas, *Spodoptera frugiperda*, en estadio L3, y se colocó una larva por planta de maíz. La evaluación se realizó cada tres días, a partir de los 28 días de siembra. Los resultados indicaron que, el umbral de tratamiento es 1,86%; 1,43%; 1,38% y 0,00% con el T1, T2, T3 y control, respectivamente; siendo el T1 el de mayor tolerancia a la presencia de la plaga. Además de obtener el más alto rendimiento y precio (1917,57 kg/ha; 5,87 S//kg), seguido del T2 (1872,63 kg/ha; 5,75 S//kg), T3 (1823,99 kg/ha; 5,99 S//kg) y Testigo (1381,35 kg/ha; 5,07 S//kg). Se recomienda utilizar el T1 a fin de minimizar el uso de los plaguicidas, obtener un mayor rendimiento en kg/ha, además de un mejor precio en S//kg de maíz.

Palabras clave: umbral de tratamiento; gusano cogollero; maíz amiláceo; control químico.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the treatment threshold (TU) of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in the cultivation of starchy maize (*Zea mays* L. ssp amylaceous) in the Ccanabamba sector, Tamburco district, Abancay province, Apurímac department, Peru. A completely randomized design was used, with three chemical treatments (T1: Tifon 2.5% PS; T2: Chlorpyrifos S480; T3: Cyperklin 25) and a control. 160 larvae, *Spodoptera frugiperda*, in stage L3, were collected, and one larva was placed per maize plant. The evaluation was carried out every three days, from 28 days of sowing. The results indicated that the treatment threshold is 1.86%; 1.43%; 1.38% and 0.00% with T1, T2, T3 and control, respectively; T1 being the one with the highest tolerance to the presence of the pest. In addition to obtaining the highest yield and price (1,917.57 kg/ha; 5.87 S//kg), followed by T2 (1,872.63 kg/ha; 5.75 S//kg), T3 (1,823, 99 kg/ha; 5.99 S//kg) and Control (1381.35 kg/ha; 5.07 S//kg). It is recommended to use T1 in order to minimize the use of pesticides, obtain a higher yield in kg/ha, as well as a better price in S//kg of corn.

Keywords: treatment threshold; fall armyworm; starchy corn; chemical control.

Recibido: 07-09-2022.

Aceptado: 28-09-2022.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz es importante a nivel mundial por cumplir varios roles (Gamarrá et al., 2022) y tener un alto potencial de producción (Acevedo, 2020). En el Perú la superficie de maíz sembrada es de 500 000 ha, siendo aproximadamente el 50% maíz amarillo duro y el otro 50% maíz amiláceo o andino (Narro et al., 2022). El maíz, es utilizado como materia prima para la elaboración de alimentos para la avicultura y porcicultura (García, 2019), se cultiva principalmente en costa y selva (Chura y Tejada, 2014), siendo en algunos distritos del Perú el sustento de la economía familiar (Ventura-Román et al., 2021). Asimismo, el departamento de Apurímac tiene 272 386,62 ha de superficie agrícola distribuido en los valles interandino y sectores cultivables, de los cuales 130 569,9 ha tienen disponibilidad de riego (ENA, 2019), como el sector Ccanabamba, provincia de Abancay con clima apropiado para el cultivo de maíz amiláceo. Este cultivo al igual que otros cultivos, es afectado por plagas (Lima-Medina et al., 2017).

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es la plaga de mayor importancia en el cultivo de maíz en Centroamérica y Sudamérica (Santos et al., 2014), siendo la *Spodoptera frugiperda* (JE Smith), una plaga agrícola voraz de importancia económica mundial (Kushwaha, 2022); se alimenta de más de 350 especies de plantas, sobrevive y se reproduce en diversos ambientes tropicales y subtropicales (Harrison et al., 2019; Montezano et al., 2018; Barrera et al., 2017). La infestación de larvas de *Spodoptera frugiperda* causa daño foliar, llegando a ocasionar pérdidas significativas en la producción del grano de maíz (Toma et al., 2017; Ramirez et al., 2018). Teniendo en cuenta solo el maíz, arroz, trigo (Gahatraj et al., 2020), sorgo, caña de azúcar, se ha calculado que, el gusano cogollero del maíz, podría causar hasta 13 000 millones de dólares al año en pérdidas de cultivos en el África subsahariana (SSA) (Abrahams et al., 2017). En el área de distribución invadida por el gusano cogollero la amenaza será duradera por la presencia de plantas hospederas y por las condiciones climáticas

favorables para la reproducción (Midega et al., 2018); Montezano et al., 2018).

El control del cogollero (*S. frugiperda*), en la agricultura, se basa en el uso de plaguicidas (Vélez et al., 2021); siendo control químico de las plagas una forma de controlar el daño en la producción; sin embargo, directa e indirectamente se llega a contaminar no solo seres vivos (Lewis et al., 2016) sino también a los microorganismos benéficos que captan el nitrógeno y mejoran la fertilidad del suelo. El uso de agrotóxicos aumenta los costos de producción. Además, de ser fuente de contaminación de aire, agua, suelo y generar resistencia de los insectos plaga (Ramirez et al., 2018).

El umbral económico (UE) indica el momento adecuado para iniciar las acciones de control a fin de evitar que las plagas alcancen niveles de daño económico, su aplicación por lo general resulta en la reducción del número de aplicaciones de pesticidas (Vélez et al., 2021). Desconocer el umbral de tratamiento (UT) del gusano cogollero hace que los agricultores contaminen el suelo al aplicar plaguicidas para controlar a la plaga. Por ello, se realizaron investigaciones para buscar alternativas para el control de esta plaga. Kushwaha (2022) al aplicar Benzoato de emamectina rociado a razón de 0,4 g/litro de agua y grasa de aproximadamente 0,15 g aplicados a la espiral del maíz o a la punta de una hoja caída, observó una reducción significativa en la infestación de larvas después de siete días de las aplicaciones. La aplicación de insecticidas es más efectiva en los primeros ataques al cultivo y mientras las larvas son pequeñas, disminuyendo la presión de la plaga en estados más avanzados (Drouet, 2018).

El objetivo principal del estudio fue determinar el umbral de tratamiento del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L. ssp amiláceo) en el sector Ccanabamba Abancay. Los resultados servirán para ser aplicados en el campo y llevar un eficiente control de la plaga en el cultivo de maíz.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación

La investigación se llevó a cabo en parcelas experimentales de la Universidad Tecnológica de los Andes, con localización geográfica 13°35'45.5"S 72°50'51.6"W, ubicada en el sector Ccanabamba, distrito de Tamburco, provincia de Abancay, departamento Apurímac, Perú. La investigación se ejecutó desde agosto a noviembre de 2021.

Diseño experimental

El diseño utilizado fue completamente aleatorio con cuatro tratamientos (T1: Tifón 2,5PS, T2: Clorpirifos S480, T3: Vyperklin 25) y un Control (T4), con cuatro repeticiones y dos tipos de control biológico y químico, dando un total de 16 unidades experimentales. Cada parcela tiene 9 m² con distancias de 2 m entre parcelas.

Metodología

La investigación es experimental con enfoque cuantitativo. El umbral de cada tratamiento se determinó mediante el uso del método propuesto por Dent (1991) y se determina con la siguiente fórmula:

$$U = C / (PxVxEx0,0029) = (IxDxG) / (PxVxEx0,0029)$$

donde: C, coste del tratamiento (Pta/ha); P, producción potencial (kg/ha); V, valor de venta del trigo (Pta/kg); E, efectividad del tratamiento (en tanto por uno); I, precio del insecticida (Pta/kg o Pta/1); D, dosis empleada (kg/hl o l/hl) y G, gasto utilizado (hl/ha).

Población

Estaba conformada por 160 plantas de maíz amiláceo (*Zea mays* L. ssp amiláceo) infectadas

cada una con un gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) por unidad experimental en cada parcela. La toma de datos se realizó cada tres días, durante el periodo experimental, a partir de los 28 días de la siembra del maíz. La técnica usada fue de observación directa en campo (Piñango et al., 2001) considerando el periodo fenológico del maíz y tomando en consideración el ciclo de vida del gusano cogollero para cada tipo de control.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Daño del gusano cogollero en el cultivo de maíz amiláceo

En la tabla 1 se muestra el área foliar dañada del maíz amiláceo a causa del gusano cogollero, larvas en estadio L3, con ocho (8) días de liberadas y de tamaño promedio 12,03 \pm 0,4 mm, evaluada a los 28 días después de la siembra (dds), el área dañada en promedio fue 20,09 \pm 2,15 mm². El resultado difiere con el reporte de Gutiérrez-García et al. (2010) porque la evaluación se realizó a los siete días (7) de la infestación, obteniendo 5,1 a 8,1% de daño al maíz. Los resultados evidencian que el cultivo de maíz es afectado por plagas (Lima-Medina et al., 2017), siendo una de ellas la *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), plaga polífaga de importancia económica en los países tropicales y subtropicales por ocasionar daños severos al maíz (Barrera et al., 2017; Sánchez et al., 2019; Hernández-Trejo et al., 2018).

Tabla 1

Área foliar dañada del maíz amiláceo a causa del gusano cogollero

Unidad experimental	Tratamiento	Tamaño de la larva (L3)	Área foliar dañada (mm ²)
1	T1	11,87	19,50
2	T2	11,86	22,09
3	T3	11,99	23,90
4	T4	10,89	23,09
5	T2	11,80	20,64
6	T3	12,01	19,63
7	T4	12,22	21,05
8	T1	12,72	16,62
9	T3	12,77	17,80
10	T4	12,61	22,00
11	T1	11,76	20,64
12	T2	11,98	19,63
13	T3	11,87	21,05
14	T2	12,15	16,62
15	T4	12,25	17,80
16	T1	11,69	21,00
Promedio		12,03	20,19
Varianza		0,45	4,64

Producción potencial

El gusano cogollero (*Spodoptera spp*) es la principal plaga que afecta al cultivo de maíz en todas las regiones del país; causan estrés a la planta cuando dañan tejidos sanos, y en respuesta a ello, las plantas activan mecanismos de defensa, reduciendo el rendimiento (Beran et al., 2019). El control químico es la alternativa de control más común (Caviedes et al., 2022). En la tabla 2 se

Análisis estadístico

Al umbral de tratamiento se aplicó el ANOVA para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos, y para las medias se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$), utilizando el software R con su interface Rstudio (FLOSS Square in Freedom City, 2012).

muestran los datos observados de la Producción potencial (kg/ha) en el estudio del Umbral de Tratamiento del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz Amiláceo (*Zea mays L. ssp amiláceo*) en el Sector Ccanabamba, alcanzado el mayor promedio el maíz tratado con Tifon 2,5% PS (1917,57 kg/ha), seguido Clorpirifos S 480 (1872,63 kg/ha), Cyperklin 25 (1823,99 kg/ha) y testigo (1381,35 kg/ha). Del análisis de varianza (ANOVA) de los promedios de diferentes tratamientos en el Cultivo de Maíz Amiláceo se observa que el valor p es 0,000 existiendo una diferencia altamente significativa entre los promedios de producción potencial, con un 95% de confiabilidad. Mientras que, en la comparación múltiple de Tukey al 95% de confianza de los promedios de la Producción potencial (P (kg/ha)) para diferentes tratamientos en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays L. ssp amiláceo*) se puede distinguir que la producción potencial del maíz tratado con controladores químicos es diferente a la producción potencial del Testigo; sin embargo, no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Los resultados obtenidos se encuentran muy por debajo de la producción reportado por Castillo (2018) para Arequipa con 5571,26 kg/ha, ello se puede deber a las condiciones edafoclimáticas del sector de Ccanabamba; mientras que, Urreta (2022) reporta que la producción de maíz amiláceo en condiciones edafoclimáticas del altiplano es de 72,2 a 955,4 kg/ha. Sin embargo, un cultivo sin tratamiento ante la presencia de plagas daña el cogollo del maíz, perdiendo la planta por completo su capacidad de crecimiento, quedando enanas; en consecuencia, conduce a la carencia de frutos muy pequeños sin valor comercial. Asimismo, la producción y el rendimiento es afectado por diversos factores como: riego, genética, fertilización, clima, número de granos, peso del grano, presencia de plagas (Baudron et al., 2019). El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) es una plaga importante del maíz (*Zea mays L.*) (Martinez-Jaime et al., 2018). La severidad de los daños realizados por el gusano cogollero está relacionado *S. frugiperda* con los bajos rendimientos del cultivo de maíz; por lo general, cuando se destruye el cogollo de la planta reduce el área fotosintética y el rendimiento del grano (Baudron et al., 2019). Aguirre et al. (2016) reportó una reducción del 30% en el rendimiento del maíz en 30% en México, pero en ocasiones causa pérdida total.

Tabla 2
Producción potencial y valor de venta del cultivo de maíz amiláceo

		Tifon 2,5% PS	Clorpirifos S 480	Cyperklin 25	Testigo
Producción potencial del cultivo de maíz amiláceo (kg/ha)	R1	1938,76	1908,61	1862,57	1386,37
	R2	1917,02	1798,10	1800,87	1324,26
	R3	1928,69	1827,64	1785,45	1405,83
	R4	1885,80	1956,17	1847,05	1408,96
	Total	7670,27	7490,51	7295,94	5525,42
	Promedio de	1917,57	1872,63	1823,99	1381,35
Valor de venta de maíz amiláceo (S//kg)	Desv, Est,	22,965	72,693	36,696	39,350
	CV	1,198	3,882	2,012	2,849
	R1	5,41	6,00	6,39	4,90
	R2	4,95	5,75	6,07	5,57
	R3	6,72	5,91	5,85	4,78
Valor de venta de maíz amiláceo (S//kg)	R4	6,39	5,34	5,65	5,04
	Total	23,47	23,00	23,97	20,29
	Promedio	5,87	5,75	5,99	5,07
	Desv, Est,	0,830	0,291	0,319	0,352
	CV	14,142	5,052	5,324	6,939

Valor de venta de maíz amiláceo

El valor de venta del maíz amiláceo en el estudio del Umbral de Tratamiento del Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amiláceo fue de 5,87; 5,75; 5,99 y 5,07 S/ el kilogramo de los productos tratados con Tifon 2,5% PS, Clorpirifos S 480, Cyperklin 25 y el Testigo respectivamente. El maíz Amiláceo sin tratamiento tiene un valor de venta en promedio 5,07 S//kg (Tabla 2), ello se debe a la menor calidad del maíz a causa del gusano cogollero. Del análisis de varianza (ANOVA) de los promedios de valor de venta de maíz amiláceo, el valor p es 0,092 mayor a 0,05; por lo tanto, no existe una diferencia significativa entre el promedio del valor de venta entre los tratamientos. El precio del maíz amiláceo varía según la calidad (Sevilla et al., 2004), la diversidad del maíz amiláceo que se adaptan a condiciones agroclimáticas especiales; con la existencia de metodologías participativas para la producción de semilla local comunitaria de calidad, permiten la producción y mejora del potencial productivo de las razas existentes (Narro et al., 2022).

Efectividad del tratamiento

La efectividad del tratamiento en el estudio del Umbral de Tratamiento del Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el Cultivo de Maíz

Amiláceo (*Zea mays* L. ssp amiláceo) en el Sector Ccanabamba, obtiene una efectividad en promedio de 78,25; 68,31; 75,02 y 30,26 % para el gusano cogollero con Tifon 2,5% PS, Clorpirifos S 480, Cyperklin 25 y Testigo respectivamente (tabla 3). La efectividad del Testigo se puede deber a la presencia de controladores naturales (Alarcón et al., 2019) del gusano cogollero como la Chysoperla y las Mariquitas.

Del análisis de varianza (ANOVA) de los promedios de Efectividad del tratamiento de los diferentes tratamientos en el cultivo de maíz amiláceo el valor p es 0,000 menor a 0,05 por lo tanto existe diferencia significativa en al menos uno de los tratamientos. La comparación múltiple de Tukey al 95% de confianza de los promedios de la Efectividad del tratamiento para diferentes tratamientos en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L. ssp amiláceo) en el Sector Ccanabamba indica que existe una diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento en cuanto a la efectividad el Tifon 2,5% PS diferentes significativamente a Clorpirifos S 480. Los tres tratamientos tienen mayor efectividad que el tratamiento testigo, por lo tanto, los tratamientos dan similar resultado al tratar el gusano cogollero en el maíz amiláceo con Tifon 2,5% PS ó Cyperklin 25.

Tabla 3
Efectividad del tratamiento y datos observados del precio del control en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L. ssp amiláceo)

		Tifon 2,5% PS	Clorpirifos S 480	Cyperklin 25	Testigo
Efectividad del tratamiento (%)	R1	79,01	66,11	73,89	30,80
	R2	80,19	70,21	81,97	30,24
	R3	73,31	64,20	73,11	29,44
	R4	80,50	72,73	71,10	30,57
	Total	313,01	273,25	300,07	121,05
	Promedio	78,25	68,31	75,02	30,26
Precio del control (S/ /l)	Desv, Est,	3,357	3,865	4,781	0,593
	CV	4,290	5,658	6,374	1,960
	R1	49,48	58,37	62,82	0,00
	R2	50,22	61,86	61,40	0,00
	R3	49,61	61,07	66,72	0,00
Precio del control (S/ /l)	R4	50,52	61,07	64,23	0,00
	Total	199,82	242,36	255,18	0,00
	Promedio	49,96	60,59	63,79	0,00
	Desv, Est,	0,495	1,529	2,271	0,000
	CV	0,991	2,524	3,559	

Precio del control

El mayor precio para el control del gusano cogollero por hectárea fue el tratamiento con Cyperklin 25 (S/ 63,79), seguido por el tratamiento con Clorpirifos S480 (S/ 60,59) y Tifon 2,5% (S/ 49,96) (tabla 3). El gasto del Testigo es cero, sin embargo, presenta mayor pérdida a consecuencia del ataque del gusano cogollero al cultivo de maíz amiláceo, alrededor del 60% (Osorio-Hernández, 2018), llegando hasta un 64% (Lezaun, 2014). Lezaun (2014) recomienda 3 a 4 aplicaciones químicas para el control del gusano cogollero en todo el desarrollo de la planta. Los químicos son la herramienta de control de plagas más difundida a nivel global (Guedes et al., 2016). La utilización de estos productos incrementa los costos de producción (Ramirez et al., 2018).

Del análisis de varianza (ANOVA) los promedios de precio de control de los diferentes tratamientos en el cultivo de maíz amiláceo el valor p es 0,000 menor a 0,05 por lo tanto existe una diferencia significativa entre el promedio de los precios de los tratamientos. La comparación múltiple de Tukey al 95% indica que existe diferencia significativa entre los promedios de precio por tratamiento de los diferentes productos químicos y al no existir diferencia significativa entre los tratamientos para el control del gusano cogollero, la primera opción para controlar el gusano cogollero es el Tifon 2,5% PS.

Dosis empleada y gasto

En la Tabla 4 se muestran los datos observados de las dosis empleadas en el estudio del Umbral de Tratamiento del Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays L. ssp amiláceo*), donde se ha utilizado la mayor dosis por hectárea con el tratamiento Tifon 2,5% PS (aproximadamente 1 L) seguido de los tratamientos con Clorpirifos S 480 y Cyperklin 25, ambos con medio litro aproximadamente por hectárea. Siendo el mayor gasto utilizado por hectárea fue el Cyperklin 25 (S/ 91,36), seguido del tratamiento Clorpirifos S 480 (S/ 91,23), Tifon 2,5% PS (S/ 89,84) y el Testigo (S/ 0,00) (tabla 4). Sin embargo, no existe diferencia significativa en el promedio de gasto entre los tratamientos químicos. Asimismo, el cultivo de maíz amiláceo de tamaño pequeño, aproximadamente seis (6) hojas en promedio, es el estadio más vulnerable al ataque del gusano cogollero. Siendo, el gasto en los tratamientos con productos químicos semejantes. Del análisis de varianza (ANOVA) los promedios de gasto utilizado en los diferentes tratamientos en el cultivo de maíz amiláceo en el sector Ccanabamba el valor p es 0,000 menor a 0,05 por lo tanto existe una diferencia significativa entre el promedio de los gastos realizados. La comparación múltiple de Tukey al 95% indica que existe diferencia significativa entre los promedios del gasto utilizados en los tratamientos químicos y el Testigo.

Tabla 4

Dosis empleada y gasto utilizado en el cultivo de maíz amiláceo

		Tifon 2,5% PS	Clorpirifos S 480	Cyperklin 25	Testigo
Dosis empleada (l/ha)	R1	1,00	0,50	0,50	0,00
	R2	1,00	0,50	0,50	0,00
	R3	1,00	0,50	0,50	0,00
	R4	1,20	0,70	0,70	0,00
	Total	4,20	2,20	2,20	0,00
	Promedio	1,05	0,55	0,55	0,00
	Desv, Est,	0,100	0,100	0,100	0,000
	CV	9,524	18,182	18,182	
Gasto (S/ha)	R1	90,40	88,47	91,15	0,00
	R2	87,35	90,82	86,21	0,00
	R3	93,84	91,52	95,26	0,00
	R4	87,77	94,08	92,83	0,00
	Total	359,36	364,90	365,45	0,00
	Promedio	89,84	91,23	91,36	0,00
	Desv, Est,	2,987	2,310	3,827	0,000
	CV	3,325	2,532	4,189	

Umbral de tratamiento

El promedio de Umbral de tratamiento del gusano cogollero en el cultivo de maíz amiláceo de mayor tolerancia con el producto químico fue el Tifon 2,5% PS con 1,86 seguido del Clorpirifos S 480 con 1,43 y finalmente el Cyperklin 25 con 1,38 del producto (tabla 5). Los resultados obtenidos son menores al 10 y 50% reportado por King y Saunders (1984). El Umbral de tratamiento del testigo es cero lo que confirma que la plaga está presente en todo momento.

Del análisis de varianza (ANOVA) los promedios de Umbral de tratamiento en los diferentes tratamientos en el Cultivo de maíz amiláceo en el

sector Ccanabamba el valor p es 0,000 menor a 0,05 por lo tanto existe una diferencia significativa entre el promedio de Umbrales de tratamiento de los diferentes productos químicos. La comparación múltiple de Tukey al 95% de confianza de los promedios del Umbral de tratamiento para diferentes tratamientos en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays L. ssp amiláceo*) indica existe una diferencia significativa entre los promedios de Umbral de tratamiento del gusano cogollero de maíz amiláceo entre los productos, siendo Tifon 2,5% PS el de mayor promedio; sin embargo, estadísticamente iguales a los tratamientos Clorpirifos S 480 y Cyperklin 25 pero ciertamente

superior al Testigo. El tratamiento para el control del gusano cogollero es el tratamiento con Tifon 2,5% PS por ser el de mayor tolerancia, efectividad y de menor costo. Es necesario tener en cuenta el umbral de tratamiento antes de elegir que producto

químico usar para el control del gusano cogollero en el maíz amiláceo (Drouet Candell, 2018;) porque es atacado continuamente por *Spodoptera frugiperda* (Early et al., 2018; Baloch et al., 2020).

Tabla 5

Datos observados de la Umbral de tratamiento en el cultivo de maíz amiláceo

	Tifon 2,5% PS	Clorpirifos S 480	Cyperklin 25	Testigo
R1	1,86	1,18	1,12	0,00
R2	1,99	1,33	1,02	0,00
R3	1,69	1,39	1,43	0,00
R4	1,89	1,82	1,94	0,00
Total	7,43	5,72	5,51	0,00
Promedio	1,86	1,43	1,38	0,00
Desv, Est,	0,125	0,275	0,414	0,000
CV	6,715	19,202	30,028	

CONCLUSIONES

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L. ssp amiláceo) es una plaga, donde el umbral de tratamiento en el sector Ccanabamba, Abancay, Perú, es en promedio 1,86% al utilizar Tifon 2,5% PS. Este tratamiento presenta mayor tolerancia a la presencia de gusano cogollero en el cultivo de maíz amiláceo, siendo el umbral de tratamiento menor al 2% de plantas afectadas por el gusano. Además, de obtener la mayor producción de maíz (1917,57 kg/ha) en

comparación con el resto de tratamientos y testigo. El maíz amiláceo sin tratamiento tiene el menor valor a la venta en promedio 5,07 S/ /kg, debido a la menor calidad del maíz en comparación con el tratado con Tifon 2,5% PS (5,87 S/ /kg) que presenta una efectividad de 78,25%. Se recomienda utilizar un controlador para evitar bajar la calidad del grano de maíz asimismo realizar investigaciones utilizando otras alternativas químicas como ecológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clotey, V., & Cock, M. (2017). Fall Armyworm: Impacts and Implications for Africa. CABI.
- Acevedo, A. (2020). Evaluación del rendimiento de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de riego por goteo y la fertilización nitrogenada. *Aporte Santiaguino*, 13(2), 260-273.
- Aguirre, L.A., Hernández-Juárez, A., Flores, M., Cerna, E., Landeros, J., Frias, G.A., & Harris, M.K. (2016). Evaluation of foliar damage by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to genetically modified corn (Poales: Poaceae) in Mexico. *FL Entomol*, 99, 276-280.
- Alarcon, J., Yanqui, F., Moreno, S., Nuñez, A., Arostegui, E., Buendía, M., & Garay, E. (2019). ¿La mariquita de siete puntos (*Coccinella septempunctata*) es efectiva en el control biológico de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)?. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 489-495.
- Baloch, M.N., Fan, J., Haseeb, M. & Zhang, R. (2020) Mapping potential distribution of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Central Asia. *Insects*, 11(3), 172.
- Barrera, G., Gómez-Valderrama, J.A., & Villamizar, L. (2017). Efficacy of microencapsulated nucleopolyhedroviruses from Colombia as biological insecticides against *Spodoptera frugiperda*. *Acta Agronómica*, 66(2), 267-274.
- Baudron, F., Zaman-Allah, M.A., Chaipa, I., Chari, N., & Chinwada, P. (2019). Understanding the factors influencing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) damage in African smallholder maize fields and quantifying its impact on yield. A case study in Eastern Zimbabwe. *Crop Protection*, 120, 141-150.
- Beran, F., Kollner, T.G., Gershenson, J., & Tholl, D. (2019) Chemical convergence between plants and insects: biosynthetic origins and functions of common secondary metabolites. *New Phytologist*, 223(1), 52-67.
- Castillo, J. (2018). comportamiento agronómico de once accesiones de maíz amiláceo altioplánico (*Zea mays* L.), bajo condiciones del Distrito de Tiabaya - Arequipa. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa, Perú.
- Caviedes, M., Carvajal-Larenas, F., & Zambrano, J. (2022). Tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Ecuador. *Avances en ciencias e ingenierías*, 14 (1), 1-21.
- Chura, J., & Tejada, J. (2014). Comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro en la localidad de La Molina, Perú. *IDESIA*, 32(1), 113-118.
- Dent, D. (1991). Insect Pest Management. *Centre for Agriculture and Biosciences International*, 1, 128-131.
- Drouet, A. (2018). Efecto de la aplicación de Bacillus thuringiensis en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) del híbrido de Maíz (*Zea mays*) INIAP H-551 en la comuna Río Verde provincia de Santa Elena. *Revista Científica Y Tecnológica UPSE*, 5(1), 47-56.
- Early, R., González-Moreno, P., Murphy, S.T. & Day, R. (2018) Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the fall armyworm. *NeoBiota*, 40, 25-50.
- Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019 - [Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI].
- FLOSS Square in Freedom City (2012). R y RStudio, instalación y primeros pasos. <http://blog.urcra.com/wordpress/?p=242>
- Gahatraj, S., Tiwari, S., Sharma, S.L., & Kafle, L. (2020). Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae): A recent threat and future management strategy in Nepal. *Agricultural Science and Technology*, 12, 157-164.
- Gamarra, G., Munive, R., Munive, Y., Azabache, A., Sevilla, R., & Lapa, A. (2022). Comportamiento de poblaciones de maíz amiláceo de la variedad Blanco del Cusco en el valle del Mantaro, Perú. *Agroindustrial Science*, 10(3), 279-286.
- García, M. (2019). Evapotranspiración y requerimientos de agua para la programación de riego de los cultivos *Saccharum officinarum* L.(Poaceae) "caña de azúcar", *Zea mays* L.(Poaceae) "maíz" y *Asparagus officinalis* L. (Asparagaceae) "espárrago" en el valle Chicama, Perú. *Arnaldoa*, 26(2), 793-814.
- Guedes, R., Smagghe, G., Stark, J., Desneux, N. (2016). Pesticide-Induced Stress in Arthropod Pests for Optimized Integrated Pest Management Programs. *Annu. Rev. Entomol*, 61, 43-62.
- Gutiérrez-García, S., Sánchez-Escudero, J., Pérez-Domínguez, J., Carballo-Carballo, A., Ergvinson, D., & Aguilera-Peña, M. (2010). Efecto del nim en el daño ocasionado por el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en tres variables agronómicas de maíz resistente y susceptible. *Acta zoológica mexicana*, 26(1), 1-16.

- Harrisona, R., Thierfelderb, C., Baudronc, F., Chinwada, P., Midega, C., Schaffner, U., & Van den Bergg, J. (2019) Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) J.E Smith management: Providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest. *Journal of Environmental Management*, 1, 318-330.
- Hernández-Trejo, A., Osorio-Hernández, E., López-Santillán, J.A.1, Ríos-Velasco, C., Varela-Fuentes, S.E., Rodríguez-Herrera, R. (2018). Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Agroproductividad*, 11(1), 9-14.
- King, A., & Saunders, J. (1984). Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en America Central. Administración de Desarrollo Extranjero. Londres, 182 pp.
- Kushwaha, U. (2022). Cost-efficient and alternative technique of managing fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) larvae in maize crop. *Scientific Reports*, 12, 6741.
- Lewis, S.E., Silburn, D.M., Kookana, R.S., & Shaw, M. (2016). Pesticide behavior, fate, and effects in the tropics: an overview of the current state of knowledge. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 64, 3917-3924.
- Lezaun, J. (2014). CropLife Latin America. Disponible en: <https://www.croplife.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero>
- Lima-Medina, I., Bravo, R., & Aguilar-Gomez, M. (2017). Densidad poblacional de Nematodos asociados al cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en las regiones de Puno y Cusco. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(3), 243-254.
- Martínez-Jaime, O., Salas-Araiza, M., & Díaz-García, J. (2018). Curva de crecimiento poblacional de *Spodoptera frugiperda* en maíz en Irapuato, Guanajuato, México. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 315-323.
- Midega, C. A. O., Pittchar, J. O., Pickett, J. A., Hailu, G. W., & Khan, Z. R. (2018). A climateadapted push-pull system effectively controls Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J E Smith), in maize in East Africa. *Crop Protect*, 105, 10-15.
- Montezano, D. G., Sosa-Gómez, D. R., & Roque-Specht, V. F. (2018). Plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomology*, 26(2), 286-300.
- Narro, L., Chávez, A., Jara, T., Narro, T., Medina, A., Cieza, I., Díaz, P., Alvarado, R., Escobal, F. (2022). Tecnologías disponibles para incrementar. *Avances en ciencias e ingenierías*, 14(1), 1-31.
- Osorio-Hernández, E. (2018). Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Agro Productividad*, 11(1).
- Piñango, L., Arnal, E., & Rodríguez, B. (2001). Fluctuación poblacional de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo de maíz bajo tres sistemas de labranza. *Entomotropica*, 16(3), 173-179.
- Ramirez, Z., Santillán, J., Drouaillet, B., Hernández, E., Pecina, J., Mendoza, M., & Reyes, C. (2018). Combinatorial aptitude and resistance to leaf damage of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) in maize germplasm native to Tamaulipas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(1), 81-93.
- Sánchez Jara, J., Valle, J., Pérez, E., Neira de Perales, M., & Calderón, C. (2019). Control biológico de *Spodoptera frugiperda* en cultivo de *Zea mays*: Uso de nematodos entomopatógenos. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 551-557.
- Santos, A., Uribe, L., Ruiz, J., Tabima, L., Gómez, J., & Villamizar, L. (2014). Nucleopoliedrovirus de *Spodoptera frugiperda* SfNPV003: compatibilidad con agroquímicos y estabilidad en condiciones de almacenamiento. *Corpoica. Ciencia y Tecnología*, 15(2), 219-228.
- Sevilla, R., Salhuana, M., & Chura, Ch. (2004). La colección de germoplasma de maíz de Perú. En Cincuenta Años del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Toma, R., Roel, A., & Miranda, R. (2017). First record of *Peckia* (*Sarcodexia*) *lambens* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Sarcophagidae) parasitizing *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Arq. Inst. Biol*, 84, 1-4.
- Urreta Calcina, J. (2022). *Universidad Nacional del Altiplano de Puno Universidad Nacional del Altiplano de Puno*. 051.
- Vélez, M., Betancourt, C., & Mendoza, J. (2021). Evaluación de diferentes momentos de insecticidas Metomil 90% para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz. *Ciencia y Tecnología*, 14(2), 33-40.
- Ventura-Román, A., Corilla-Flores, D., Espinoza-Calderón, G., & Taipe-Lucas, C. (2021). Producción y comercialización del cultivo del maíz amiláceo. distrito de San Pedro de Cachora - provincia de Abancay - región Apurímac. *Polo del Conocimiento*, 6(9), 316-333.