



Triticale (x *Triticosecale* Wittmack): bioestimulantes orgánicos y fertilización nitrogenada sobre los componentes de rendimiento forrajero en campaña chica - Valle del Mantaro

Triticale (x *Triticosecale* Wittmack): organic bioestimulants and nitrogen fertilization on forage yield components in small campaign - Mantaro Valley

Vidal César Aquino Zacarías^{*}; Narcizo Isidoro Gómez Villanes

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo-Perú.

Received April 9, 2019. Accepted October 29, 2019.

Resumen

La eficiencia de aplicación fraccionada del fertilizante nitrogenado y bioestimulantes orgánicos es afectada por el momento del suministro en el cultivo. El objetivo del estudio, fue determinar el efecto de la aplicación fraccionada de nitrógeno y bioestimulantes orgánicos en diferentes estadios fenológicos de triticale (x *Triticosecale* Wittmack), y su relación con el rendimiento forrajero y sus componentes en condiciones de campaña chica y bajo riego. El ensayo se ejecutó en campos en barbecho del 2018, lote 2, EEA El Mantaro-UNCP, El Mantaro-Jauja. Los tratamientos consistieron en la aplicación de dos y tres fracciones, de nitrógeno, dosis 150 kg ha⁻¹ y bioestimulantes, 3 l ha⁻¹, durante dos y tres estadios fenológicos tempranos: macollamiento, hoja bandera expandida y bota. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. El fraccionamiento en dos, de la fertilización nitrogenada (75 kg ha⁻¹) y del bioestimulante Stym25 (1,5 l ha⁻¹) aplicados en dos estadios, macollamiento (cinco macollos) y elongación del tallo (hoja bandera expandida), se asociaron a una mayor producción de biomasa aérea (forraje) y mayor establecimiento de tallos (macollos) por unidad de superficie, implantando 47,89 t ha⁻¹ de forraje y 600 tallos m⁻².

Palabras clave: triticale; nitrógeno; bioestimulante; forraje.

Abstract

The fractional application efficiency of nitrogen fertilizer and organic biostimulants is affected by the time of supply in the crop. The objective of the study was to determine the effect of the fractionated application of nitrogen and organic biostimulants in different phenological stages of triticale (x *Triticosecale* Wittmack), and its relationship with forage yield and its components under small campaign conditions and low irrigated. The trial was carried out in fallow fields of 2018, lot 2, EEA El Mantaro-UNCP, El Mantaro-Jauja. The treatments consisted of the application of two and three fractions, of nitrogen, dose 150 kg ha⁻¹ and biostimulants, 3 l ha⁻¹, during two and three early phenological stages: tillering, expanded flag leaf and boot. The experimental design was randomized complete blocks with three repetitions. The fractionation in two, of the nitrogenous fertilization (75 kg ha⁻¹) and of the Stym25 biostimulant (1.5 l ha⁻¹) applied in two stages, tillering (five tillers) and stem elongation (expanded flag sheet), were associated with higher production of aerial biomass (forage) and greater establishment of stems (tillers) per unit area, implanting 47.89 t ha⁻¹ of forage and 600 stems m⁻².

Keywords: triticale; nitrogen; biostimulants; forage.

1. Introducción

En el valle del Mantaro, la producción de forraje verde tiene alta prioridad, especialmente proveniente de cultivos herbáceos,

pero esta necesidad se acrecienta durante el periodo seco (Plana *et al.*, 2016a), campaña chica (abril-agosto), cuya estacionalidad climática en los valles interandinos

How to cite this article:

Aquino, V.; Gómez, N. 2019. Triticale (x *Triticosecale* Wittmack): bioestimulantes orgánicos y fertilización nitrogenada sobre los componentes de rendimiento forrajero en campaña chica - Valle del Mantaro. *Scientia Agropecuaria* 10(4): 469-477.

^{*} Corresponding author
E-mail: vaquino@uncp.edu.pe (V. Aquino).

es fluctuante y de baja disponibilidad de los recursos forrajeros verdes (Sánchez *et al.*, 2013). El forraje verde, es el insumo esencial directo para la alimentación de animales menores, que deviene principalmente de la cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*), sin embargo, la época de estiaje en el valle del Mantaro, es una limitante (Yamina *et al.*, 2010), debido a que la cuenca del río Mantaro es altamente vulnerable a eventos meteorológicos extremos relacionados con la variabilidad climática por el cambio climático, no obstante, es el principal contribuyente en el sustento diario de forraje para la crianza del cuy (*Cavia porcellus*), importante para la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos (Chauca, 1995) e insuficientes en la época de barbecho, haciéndose necesario contribuir con nuevas variedades de especies diferentes como el triticale (*xTriticosecale* Wittmack), cereal obtenido de cruce interespecífica por el hombre y esencialmente usado como alimento de los animales, y que existe un incremento interesante en la utilización para la producción de alimentos (Zhu, 2018) y, podría mencionarse como uno de los cereales más prósperos, que ha sido proporcionado y desarrollado por la humanidad (Riasat *et al.*, 2019).

La productividad de los triticales modernos los hace cada vez más viables como una alternativa de cereales de grano pequeño (Motzo *et al.*, 2015), por su amplia adaptación a condiciones climatológicas y edáficas adversas (Granados, 2015), sin embargo, Bijanzadeh *et al.* (2019) indican que, la estimación de la cantidad de reservas de tallo de triticale acumuladas y movilizadas dependen de las condiciones ambientales (fecha de siembra y genotipo); es, resistente a enfermedades (Murillo *et al.*, 2001), sequía y bajas temperaturas, bajo requerimiento de insumos (De mori *et al.*, 2014), de buen rendimiento con doble propósito, grano y forraje (Giunta *et al.*, 2015), de contenido proteico superior a la avena forrajera (Murillo *et al.*, 2001), y con alto valor nutricional (Mendoza *et al.*, 2011), adaptándose bien a suelos arenosos, de buen drenaje, pH bajo (Soares y Restle, 2002), constituyéndose en una de las opciones para subsanar la escasez de forrajes, utilizada tanto en pastoreo directo, henificado o forraje (Castro *et al.*, 2011); la inclusión del triticale y trigo para ensilaje no afecta el índice de materia seca, siendo apropiado su inclusión con maíz como estrategia de cultivo apropiado (Harper *et al.*, 2017), en Argentina se emplea en pastura estacional de invierno y doble propósito,

pasto y grano forrajero (Paccapelo *et al.*, 2017), asimismo, en protección vegetal, insecticidas, fungicidas y bioestimulantes específicos, pueden usarse de forma segura en el manejo integrado de plagas (Ceiro *et al.*, 2015), empero, su fenología es crítica para el cultivo de doble propósito, ya que determina la duración del periodo de pastoreo y afecta el tiempo de antesis (Giunta *et al.*, 2015), así, es muy importante tener en cuenta su fenología en la utilización para doble propósito, ya que influye tanto en el rendimiento de forraje como en grano, además, los diferentes hábitos de crecimiento (erectos o postrados), influyen también, en sus aptitudes de doble uso (Giunta *et al.*, 2017). En suma, el rendimiento de los cultivos depende de los parámetros de las medidas agrotécnicas destinadas a una región agroclimática específica (Pomortsev *et al.*, 2019). Saberes que obligan a contribuir en manejo agronómico eficaz e introducirlos como cultivo forrajero “nuevo” al valle del Mantaro y toda la Sierra Central.

El impacto negativo del cambio climático sobre la fertilidad del suelo y el exceso de la fertilización mineral de los cultivos han tenido serias afectaciones en la seguridad alimentaria de los países subdesarrollados (Plana *et al.*, 2016b), las consecuencias de la adición de nutrientes para el rendimiento del cultivo, no se limitan necesariamente a la estimulación del crecimiento y rendimiento posterior (Marquis y Clark, 1989), no obstante, el nitrógeno (N) es uno de los 16 elementos esenciales de la planta como macro-nutriente (Plana *et al.*, 2016a) y que el 50% de lo aplicado al suelo se pierde por volatilización o por lixiviación (Ballesteros *et al.*, 2015), idem, los micro-nutrientes son también tan importantes en la nutrición de las plantas (Monreal *et al.*, 2015; Siddika *et al.*, 2016), la deficiencia de micronutrientes se considera una de las principales causas de disminución de la productividad (Siddika *et al.*, 2016), afectando el crecimiento de las plantas en suelos deficientes en micro-nutrientes, incluso, el uso de N (Alamdari y Mobasser, 2014), este macronutriente es necesario en grandes cantidades (Monreal *et al.*, 2015); en cereales el N, es el factor limitante, factor de impacto más importante en el crecimiento y desarrollo del triticale (Ballesteros *et al.*, 2015), favorece a la producción de forraje mediante el aumento de la productividad y sustentabilidad de la pastura por medio de sus macollos (Matias, 2015).

Para garantizar la calidad nutritiva de los alimentos se deben implementar estrategias de biofortificación agronómica de los cultivos (Cedeño *et al.*, 2018). Se concibe

las prácticas agrícolas orgánicas (suministro de bioestimulantes orgánicos al suelo o área foliar), como herramientas que permiten reducir el estrés, minimizando los efectos negativos de las variaciones edafoclimáticas (Cruz *et al.*, 2015), además, proveen mayor resistencia a plagas y enfermedades (Granados, 2015; Ruso y Berlyn, 1990) e incrementan la velocidad metabólica y fotosintética, siendo activas a nivel celular y molecular, actuando como un todo en el organismo de la planta (Cruz *et al.*, 2015), estimulando el crecimiento radicular generando mayor resistencia al estrés hídrico (Freitag, 2014), promoviendo la utilización de menor cantidad de insumos externos y minimizando el uso de fertilizantes químicos (Mendoza *et al.*, 2014), y otros insumos nocivos, permitiendo obtener rendimientos agrícolas saludables.

El programa de cereales, sub programa cereales de grano pequeño de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) "El Mantaro", Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), continúa aún con la validación agronómica en una línea avanzada de triticale adaptada al medio, proveniente del CIMMYT-México, antecedentes que permitió ejecutar la investigación en la que nos planteamos descubrir la influencia de la aplicación fraccionada de nitrógeno y bioestimulantes orgánicos en condiciones de campaña chica (época de barbecho) bajo riego, permitiendo lograr un potencial de respuesta alto para el rendimiento productivo herbáceo y sus componentes.

2. Materiales y métodos

La investigación se ejecutó en campaña chica 2018, en el lote 2 de la EEA "El Mantaro", Facultad de Agronomía de la UNCP, ubicado en distrito de El Mantaro, provincia de Jauja, departamento de Junín. Carretera Central, km 34, margen izquierda del río Mantaro; Latitud Sur, 12°03'19" del Ecuador; Longitud Oeste, 75°16'33" de Greenwich; Altitud, 3316 msnm. De clima seco y templado, de 650 mm de precipitación promedio, temperatura promedio anual 19,4°C máxima y 4,1°C mínima, donde, el 80% de la agricultura se desarrolla bajo condiciones de secano, siendo la sequia uno de los mayores factores limitantes (Silva *et al.*, 2010) y las heladas son frecuentes, con intensidad máxima en junio y julio, caracterizados por la existencia de variados sistemas agrícolas (Aquino *et al.*, 2018). Los resultados del análisis de suelo

reportaron contenido bajo de N, medio de K y alto de P; pH 6,95, textura franca.

Se analizó el rendimiento de forraje y sus componentes directos e indirectos de la línea de triticale primaveral (ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO_9/3/POSAS_2/4/), proveniente del CIMMYT, semitardío, porte intermedio, espiga barbada, excelente macollamiento y rebrote. La siembra del ensayo fue en el período de barbecho del valle del Mantaro con humedad edáfica suficiente para el establecimiento del cultivo (Paccapelo *et al.*, 2017), bajo riego, la quincena de mayo 2018, a una dosis 150 kg ha⁻¹ (18 g hilera⁻¹ de 1,2 m⁻²) depositando la semilla a chorrillo continuo (Mendoza *et al.*, 2014) a lo largo de la hilera, procurando que las semillas queden a una profundidad de 5 cm, condicionado al coleóptilo de los cereales de grano pequeño con promedio de 7 cm de longitud, y se culminó con la cosecha del forraje en octubre de 2018, al estado fenológico Z68 (Zadoks *et al.*, 1974), que implica la codificación decimal 6: anthesis, floración y 8 (anthesis completa), segando los tallos manteniendo su individualidad dentro de cada tratamiento. Las prácticas de manejo agronómico se ejecutaron según estilan los agricultores tradicionales del valle del Mantaro.

Sobre la base del análisis del suelo, se fijó aplicar 150 kg ha⁻¹ de N, sin P₂O₅ y K₂O, utilizando como fuente urea (46% N), sin suministro a la siembra. Para los bioestimulantes se utilizó Stym25 (ST), bioactivador natural a base de aminoácidos que permite el aporte rápido de nutrientes, vitaminas y otras sustancias tanto a la planta como a la microbiota del suelo (www.aspeagro.com) y Bayfolan Aktivator (BA), bioestimulante de plantas derivado de sustancias orgánicas de origen animal y vegetal que pueden emplearse en cualquier cultivo, que admite rápida revitalización de las plantas afectadas por estrés incrementando su rendimiento (www.cropscience.bayer.pe), ambos a dosis de 3 l ha⁻¹. El N, ST y BA fueron fraccionados según el plan de fertilización (Tabla 1).

La diferenciación en los caracteres morfológicos de los componentes de rendimiento al estado de forraje (estrato herbáceo), comprendió dos factores, fertilización nitrogenada y bioestimulantes, a fin de determinar el efecto de la aplicación fraccionada de nitrógeno y bioestimulantes orgánicos en tres estadios fenológicos (Figura 1).

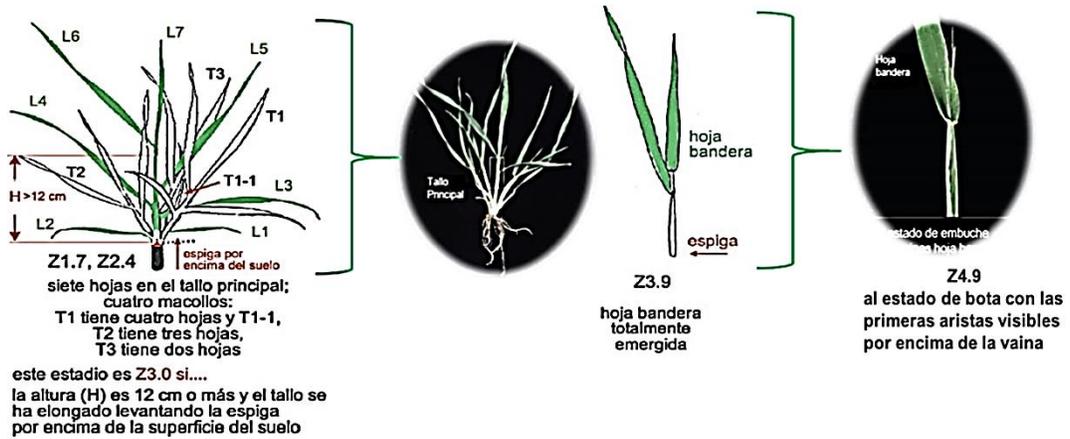


Figura 1. Estadio Z24 (Planta principal con cuatro macollos); Z39 (elongación del tallo, hoja bandera expandida); Z49 (estado de bota con primeras aristas visibles por encima de la vaina). Adaptada de *Zadoks et al. (1974)* para triticale.

Los tratamientos responden al esquema que respalda encontrar la combinación propicia de nitrógeno y bioestimulante orgánico foliar a razón del momento fenológico del triticale oportuno de aplicación, según se detalla el plan de aplicación en la [Tabla 1](#).

Tabla 1

Plan de combinación aplicado a los tratamientos con fraccionamiento de nitrógeno y bioestimulantes orgánicos en diferentes estadios fenológicos en triticale primaveral

T	Estados fenológicos			Total N: kg ha ⁻¹	Total B: l ha ⁻¹
	Z25	Z39	Z49		
T ₁	0	0	0	0	0
T ₂	50N	50N	50N	150	0
T ₃	1ST	1ST	1ST	0	3 ST
T ₄	1BA	1BA	1BA	0	3 BA
T ₅	50N + 1ST	50N + 1ST	50N + 1ST	150	3 ST
T ₆	50N + 1BA	50N + 1BA	50N + 1BA	150	3 BA
T ₇	75N	75N	0	150	0
T ₈	1,5ST	1,5ST	0	0	3 ST
T ₉	1,5BA	1,5BA	0	0	3 BA
T ₁₀	75N + 1,5ST	75N + 1,5ST	0	150	3 ST
T ₁₁	75N + 1,5BA	75N + 1,5BA	0	150	3 BA

T: tratamientos (T₁...T₁₁). Z25: 2 (macollamiento) 5 (planta principal con cinco macollos). Z39: 3 (elongación del tallo) 9 (hoja bandera expandida). Z49: 4 (bota) 9 (primeras aristas visibles por encima de la vaina), *Zadoks et al. 1974*. N: nitrógeno. 50N: 50 kg ha⁻¹. 75N: 75 kg ha⁻¹. B: bioestimulantes. ST: Stym25. 1ST: 1 ha⁻¹. 1,5ST: 1,5 l ha⁻¹. BA: Bayfolan Aktivator. 1BA: 1 ha⁻¹. 1,5BA: 1,5 l ha⁻¹

Los tratamientos se distribuyeron según el esquema de un diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones para once tratamientos. Cada unidad experimental se constituyó por cuatro hileras de 4 m de longitud espaciados a 0,30 m entre hileras, considerando la parcela útil las dos hileras centrales, cuyo fin fue evitar el efecto de borde de las unidades experimentales vecinas, realizándose en ellas, las aplicaciones del nitrógeno y bioestimulantes foliares

orgánicos según la aparición del estadio fenológico correspondiente. Para la evaluación de las variables se consideró la población de plantas dentro de la unidad experimental y como muestra, cinco plantas en un metro lineal (*Paccapelo et al., 2017*) dentro de las dos hileras centrales por parcela.

Las variables consideradas en los componentes directos son (1) rendimiento de forraje, segado siguiendo el procedimiento de cosecha que practica el agricultor tradicional, cortando los tallos a diez centímetros del suelo (*Sánchez y Gutiérrez, 2015*) y (2) número de tallos m⁻², contabilizados y estimándose en dos metros lineales (2x1x0,3=0,6 m²); en los componentes indirectos, se midieron (3) altura de planta (cm) desde el cuello (base) de la planta hasta el punto de inserción de la espiga, y (4) longitud de espiga (cm) desde el punto de inserción de la espiga hasta el ápice de la misma sin considerar las aristas, y promediados los datos representativos de cada unidad experimental y repetición.

Los datos fueron sistematizados en hojas de cálculo (Excel 2016), se utilizaron los procedimientos de análisis de varianza (ANOVA) para calcular las medias de tratamiento, los errores estándar y las diferencias significativas entre los tratamientos (*Aisawi et al., 2015*), se utilizó el programa estadístico InfoStat Ve (*Di Rienzo et al., 2015*). Las medias de tratamiento se compararon utilizando la DMS de las medias de Tukey ($p \leq 0,05$) siguiendo el enunciado dado por *Balzarini et al. (2015)*. Se determinó la relación existente entre las variables del rendimiento de forraje y componentes directos con los estadios fenológicos, a través de un polinomio de tercer grado.

3. Resultados y discusión

El efecto de aplicación del nitrógeno y bioestimulantes sobre los componentes indirectos (altura de planta y longitud de espigas), indica que no mostraron diferencias estadísticas para los tratamientos ($p > 0,05$), debido a las características de expresión potencial genética homogéneas del triticale; en los componentes directos, los cuadrados medios (Tabla 2) de las variables de rendimiento de forraje (RF) y número de tallos por m² (NT) indican diferencias estadísticas altamente significativas ($p \leq 0,01$) y significativas ($p \leq 0,05$) respectivamente entre tratamientos, indicando el comportamiento heterogéneo del triticale a las aplicaciones de nitrógeno como factor limitante (Ballesteros *et al.*, 2015), bioestimulantes agrícolas y la combinación de estas, en los diferentes estadios fenológicos sometidos.

Tabla 2

Cuadrados medios del ANOVA. Efecto de fertilización nitrogenada y bioestimulantes orgánicos en los componentes directos del triticale

FV	GL	VALORES CALCULADOS DEL CM	
		Rendimiento de forraje (t ha ⁻¹)	Número de tallos m ⁻²
		CM	CM
Bloques	2	488 **	14970,59 *
Tratamientos	10	174,88 **	21905,6 *
Error	20	41,25	4581,54
Total	32		
Contrastes			
Lineal		100,71 ns	36663,18 *
Cuadrática		155,79 ns	1380,55 ns
Cúbica		974,94 **	129584,08 **
CV (%)		19,83	16,02
Promedio		32,4	422,63

CM: cuadrado medio. *: significación con probabilidad $p \leq 0,05$. **: significación con probabilidad de $p \leq 0,01$

El análisis de polinomios ortogonales (Figura 2), se muestra más ajustado en la cúbica que la cuadrática y lineal con respuesta estadística altamente significativa ($p \leq 0,01$), que indica la tendencia de aplicación de nitrógeno, bioestimulantes y

combinación de éstas en los diferentes estadios fenológicos tempranos con el RF y NT, donde el coeficiente de determinación (R^2) de 0,9896 para RF y 0,9805 en el componente NT por m² del contraste cúbico, la combinación de aplicación, 75 kg ha⁻¹ de N más 1,5 l ha⁻¹ de Stym25 en los estadios de Z25: 2 (macollamiento) 5 (planta principal con cinco macollos) y Z39: 3 (elongación del tallo) 9 (hoja bandera expandida) que promueve el mayor rendimiento de forraje, marca la tendencia a partir de esta combinación, que sigue una curva parabólica descendente, existiendo una tasa menos creciente a medida que se suceden las demás combinaciones. Aseveración que se da del 98,96% y 98,05% de tendencia para RF y NT respectivamente.

Los valores de RF y NT promedio muestran cinco grupos disjuntos (Tabla 3), en RF, el primer grupo que comprende la aplicación (T₁₀: primer orden), 75 kg ha⁻¹ de N más 1,5 l ha⁻¹ de Stym25 en cada estadio fenológico (Z25 y Z39) con promedio de 47,89 t ha⁻¹, según la DMS el valor absoluto de la diferencia con T3 (décimo orden), Stym25 en cada estadio (Z25, Z39 y Z49) con 25,96 t ha⁻¹, muestra diferencias estadísticas significativas, en consecuencia, las esperanzas asociadas son distintas con un nivel de significación $p < 0,05$, alcanzando 21,93 t ha⁻¹ más con la adición de 75 kg ha⁻¹ de N (Figura 3) y en solo dos aplicaciones. Z25: 2 (macollamiento) 5 (planta principal con cinco macollos). Z39: 3 (elongación del tallo) 9 (hoja bandera expandida). Z49: 4 (bota) 9 (primeras aristas visibles por encima de la vaina), Zadoks *et al.* 1974. N: nitrógeno. B: bioestimulantes. ST: Stym 25. BA: Bayfolan Aktivator. 50N: dosis de nitrógeno aplicado en tres estadios fenológicos (Z25:39:49) con y sin bioestimulantes (ST y BA). 75N: dosis de nitrógeno aplicado en dos estadios fenológicos (Z25:39) con y sin bioestimulantes (ST y BA). Letras iguales dentro del histograma indican diferencias estadísticamente no significativas DMSt ($p > 0,05$).

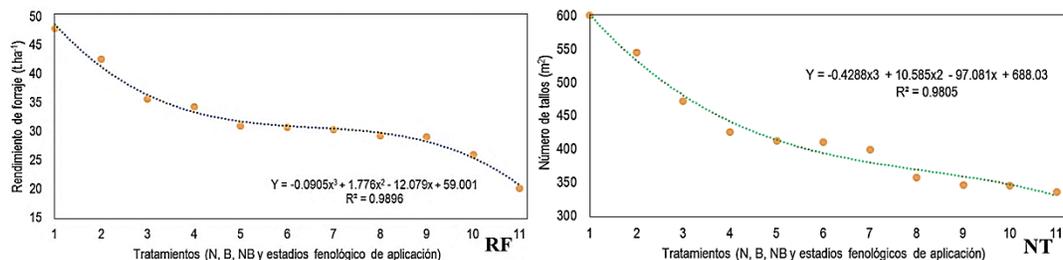


Figura 2. Contraste cúbico para aplicaciones de N, B y NB en estadios fenológicos tempranos del triticale con el rendimiento forrajero (RF) y número de tallos m⁻² (NT). N: nitrógeno. B: Bioestimulantes. NB: Nitrógeno más bioestimulantes.

Tabla 3
Prueba de significación de los promedios. Rendimiento de forraje

Rendimiento de forraje (t.ha ⁻¹)			Número de tallos m ⁻²		
T	Clave		T	Clave	
T ₁₀	75N+1,5ST:Z(25:39)	47,89 a	T ₁₀	75N+1,5ST:Z(25:39)	600,00 a
T ₁₁	75N+1,5BA:Z(25:39)	42,53 ab	T ₁₁	75N+1,5BA:Z(25:39)	544,45 ab
T ₇	75N:Z(25:39)	35,63 abc	T ₇	75N:Z(25:39)	471,67 abc
T ₂	50N:Z(25:39:49)	34,28 abc	T ₂	50N:Z(25:39:49)	425,56 abc
T ₉	1,5BA:Z(25:39)	30,88 abc	T ₈	1,5ST:Z(25:39)	412,78 abc
T ₄	1BA:Z(25:39:49)	30,73 abc	T ₉	1,5BA:Z(25:39)	410,00 abc
T ₆	50N+1BA:Z(25:39:49)	30,24 abc	T ₅	50N+1ST:Z(25:39:49)	398,89 bc
T ₅	50N+1ST:Z(25:39:49)	29,20 abc	T ₆	50N+1BA:Z(25:39:49)	357,78 bc
T ₈	1,5ST:Z(25:39)	29,02 abc	T ₄	1BA:Z(25:39:49)	346,11 bc
T ₃	1ST:Z(25:39:49)	25,96 bc	T ₁	Testigo	345,56 bc
T ₁	Testigo	20,01 c	T ₃	1ST:Z(25:39:49)	336,11 c
DMS		18,94238			119,62902

Significación estadística según Tukey (0,05). Datos originales.

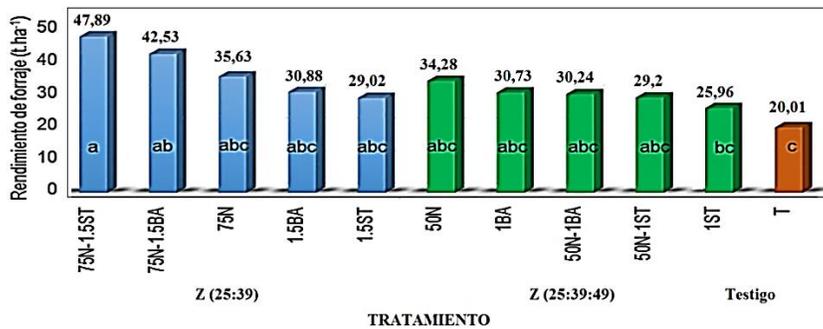


Figura 3. Rendimiento de forraje de triticale. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

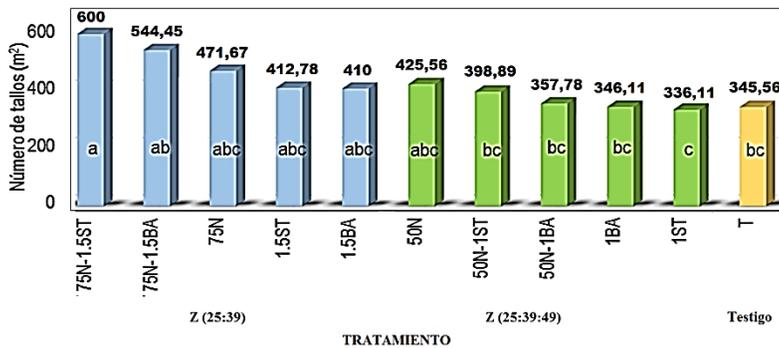


Figura 4. Número de tallos m⁻². Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

Resultado que se debe, a que las aplicaciones tempranas de Stym25 actúa mejor y movilizarse inmejorablemente a través de la planta con el apoyo del fertilizante nitrogenado, estimulando el crecimiento radicular generando mayor resistencia al estrés hídrico (Freitag, 2014) propio de la campaña chica en el valle del Mantaro, que asegura mayor biomasa con buenos rendimientos forrajeros.

En el establecimiento de tallos, la diferencia estadística de T₁₀ (600 tallos m⁻²) se da con T₅ (séptimo orden), 50 kg ha⁻¹ de N más 1,0 l ha⁻¹ de Stym25 en cada estadio fenológico (Z25, Z39 y 49) con 398,89 tallos m⁻², muestra diferencias estadísticas significativas, en consecuencia, las esperanzas asociadas son distintas con un nivel de

significación $p < 0,05$, alcanzando 201,11 tallos más con la adición de 75 kg ha⁻¹ de N (Figura 4), debido a la intervención específica y decisiva del nitrógeno fraccionado en dos partes, fomentando mejor movimiento y aprovechamiento de Stym25 al interior de planta, que favorece la producción de forraje con el aumento de la productividad por medio de sus macollos (Matias, 2015).

Z25: 2 (macollamiento) 5 (planta principal con cinco macollos). Z39: 3 (elongación del tallo) 9 (hoja bandera expandida). Z49: 4 (bota) 9 (primeras aristas visibles por encima de la vaina, Zadoks et al. 1974. N: nitrógeno. B: bioestimulantes. ST: Stym 25. BA: Bayfolan Aktivator. 50N: dosis de

nitrógeno aplicado en tres estadios fenológicos (Z25:39:49) con y sin bioestimulantes (ST y BA). 75N: dosis de nitrógeno aplicado en dos estadios fenológicos (Z25:39) con y sin bioestimulantes (ST y BA). Letras iguales dentro del histograma indican diferencias estadísticamente no significativas DMSt ($p > 0,05$).

Según la regresión (Figura 5), se observa evidencias estadísticas que indican algún grado de asociación entre el NT por unidad de superficie con RF, esta respuesta de asociación por el accionar del suministro fraccionado de nitrógeno y bioestimulantes orgánicos, alcanzó un coeficiente de correlación (r) de 0,928, mostrando la ecuación de regresión estimada de, $\hat{Y}=0,0829x-2,6412$, que indica, por el incremento de un tallo m^{-2} , el rendimiento de forraje se incrementa en 82,9 $kg\ ha^{-1}$, dado a que, a mayor NT (macollos) por unidad de superficie mayor rendimiento de biomasa forrajera, respuesta que permite observar el coeficiente de determinación (R^2), de 0,8612, donde el 86,12% del aumento en el rendimiento (\hat{Y}), está influenciado por NT en condiciones donde se ejecutó el ensayo.

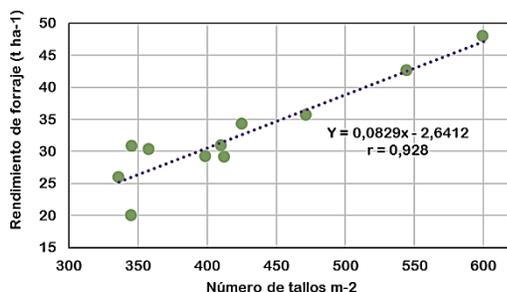


Figura 5. Regresión lineal del número de tallos con el rendimiento de biomasa forrajera de triticale.

El NT por unidad de superficie, está muy ligada para alcanzar los rendimientos finales de forraje, coincidiendo con Paccapelo *et al.* (2017), quienes reportan, que el número de espigas m^{-2} fue el determinante directo del rendimiento de grano por unidad de superficie, y que este componente depende del macollamiento y de la supervivencia de los macollos; con esta aseveración, se corrobora que, el NT m^{-2} depende de la supervivencia de los macollos y determina de modo directo el RF, así, el testigo (sin aplicaciones) se ubicó en el octavo orden con una diferencia de 254,44 tallos menos que la combinación nitrógeno más bioestimulante seleccionada, por la intervención específica y decisiva del nitrógeno fomentando mejor movimiento y aprovechamiento del bioestimulante Stym

25 dentro de la planta, minimizando los efectos negativos de las variaciones del estrés por heladas (Cruz *et al.*, 2015) y térmico a favor de los rendimientos alcanzados.

Los estadios fenológicos tempranos, Z25 y Z39, asimilan mejor el suministro de nitrógeno y bioestimulantes agrícolas, porque la planta se encuentra en continuo crecimiento y desarrollo incrementando la velocidad metabólica y fotosintética, siendo activas a nivel celular y molecular, actuando como un todo en su organismo (Cruz *et al.*, 2015) para establecer mayor biomasa, mientras que el estadio tardío, Z49, los nutrientes elaborados se destinan mejor para el rendimiento de granos. Sin embargo, el impacto negativo del cambio climático sobre la fertilidad del suelo y el mal manejo de la fertilización mineral con N en el cultivo tienen serias afectaciones en la seguridad alimentaria (Plana *et al.*, 2016b); siendo el N, el factor limitante de impacto más importante en el crecimiento y desarrollo del triticale; su aplicación al área foliar en los estadios tempranos en sistema al voleo, estima que el 50% se pierde por volatilización y lixiviación (Ballesteros *et al.*, 2015), promoviendo descensos en la producción del cultivo, por lo que su aplicación debe ser en óptimas condiciones de humedad del suelo.

4. Conclusiones

El fraccionamiento de la fertilización nitrogenada ($75\ kg\ ha^{-1}$) y del bioestimulante Stym25 ($1,5\ l\ ha^{-1}$) aplicados en dos estadios, macollamiento (cinco macollos) y elongación del tallo (hoja bandera expandida), se asociaron a una mayor producción de biomasa aérea (forraje) y mayor establecimiento de tallos (macollos) por unidad de superficie, implantando $47,89\ t\ ha^{-1}$ de forraje y 600 tallos m^{-2} . Con la finalidad de enfatizar el uso de los bioestimulantes orgánicos en el cultivo de triticale, se hace necesario continuar con el estudio con tratamientos a la semilla, suelo y foliar (estadios fenológicos Z25, Z39), incluyendo la dosis de $150\ kg\ ha^{-1}$ de N fraccionada al 50 por ciento para cada estadio a fin de elaborar inequívocamente una validación agronómica amigable al medio ambiente en el valle del Mantaro en campaña chica.

Referencias bibliográficas

- Aisawi, K.; Reynolds, M.; Singh, R.; Foulkes, M. 2015. The physiological basis of the genetic progress in yield potential of CIMMYT spring

- wheat cultivars from 1966 to 2009. *Crop Sci.* 55(4): 1749-1764.
- Alamdari, M.; Mobasser, H. 2014. The effect of macro and micro-nutrient fertilizers on yield and yield attributes of rice in a calcareous soil. *American Journal of Experimental Agriculture* 4(12): 1604-1615.
- Aquino, V.C.; Camarena, F.; Julca, O.; Jiménez, J.E. 2018. Caracterización multivariada de fincas productoras de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) del Valle del Mantaro, Perú. *Scientia Agropecuaria* 9(2): 269-279.
- Ballesteros, E.R.; Morales, E.R.; Franco, O.M.; Santoyo, E.C.; Estrada, G.C.; Gutiérrez, F.R. 2015. Manejo de fertilización nitrogenada sobre los componentes del rendimiento de triticale. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(4): 721-733.
- Balzarini, M.; Di Rienzo, J.; Tablada, M.; Gonzales, L.; Bruno, C.; Córdoba, M.; Robledo, W.; Casanoves, F. 2015. Estadística y biometría: Ilustraciones del uso de InfoStat en problemas de agronomía. Universidad nacional de Córdoba. Argentina. 390 pp.
- Bijanzadeh, E.; Barati, V.; Emam, Y.; Pessaraki. 2019. Sowing date effects on dry matter remobilization and yield of triticale (*Triticosecale* Wittmack) under late season drought stress. *Journal of Plant Nutrition* 42(7): 681-695.
- Castro, N.; Rufach, H.; Capellino, F.; Domínguez, R.; Paccapelo, H. 2011. Evaluación del rendimiento de forraje y grano de triticales y tricepuros. *RIA* 37(3): 281-289.
- Cedeño, J.; Cedeño, G.; Alcívar, J.; Cargua, J.; Cedeño, F.; Cedeño, G.; Constante, G. 2018. Incremento del rendimiento y calidad nutricional del arroz con fertilización NPK complementada con micronutrientes. *Scientia Agropecuaria* 9(4): 503-509.
- Ceiro, W.; Arévalo, J.; Hidalgo-Díaz, L. 2015. Efectos de plaguicidas y bioestimulantes vegetales sobre la germinación de clamidosporas y el desarrollo *in vitro* del hongo nematófago *Pochonia chlamydosporia*. *Revista Iberoamericana de Micología* 32(4): 277-280.
- Chauca, F.L. 1995. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. *Revista Mundial de Zootecnia* 83(2): 9-19.
- Cruz, M.; Gabriel, A.; Ilku, L.H.; Ventura, M.; Possatto, O.; Alves, O. 2015. Biorregulador aplicado em diferentes estádios fenológicos na cultura do trigo. *Revista Agro@ambiente On-line* 9(4): 476-480.
- De Mori, C.; Nascimento Junior, A.; Miranda, M.Z. 2014. Aspectos económicos e conjunturais da cultura de triticale no mundo y no Brasil. Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 23 pp.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzales, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2015. InfoStat versión estudiantil. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>
- Freitag, C. 2014. Efeito do bioestimulante Stimulate® em diferentes doses na produtividade total de milho (*Zea mays*). Monografía (Trabalho de Conclusã de Curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso Agronomia. Pato Branco. 40 pp.
- Giunta, F.; Cabiglieri, A.; Viridis, A.; Motzo, R. 2015. Dual-purpose use affects phenology of triticale. *Field Crops Research* 183: 111-116.
- Giunta, F.; Motzo, R.; Viridis, A.; Cabiglieri, A. 2017. The effects of forage removal on biomass and grain yield of intermediate and spring triticales. *Field Crops Research* 200: 47-57.
- Granados, E. 2015. Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena; Ocos, San Marcos. Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar. Sede Regional de Coatepeque. Coatepeque. Guatemala. 46 pp.
- Harper, M.T.; Oh, J.; Giallongo, F.; Roth, G.W.; Hristov, A.N. 2017. Inclusion of wheat and triticale silage in the diet of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 100(8): 6151-6163.
- Marquis, R.; Clark, D. 1989. Hábitat and Fertilization Effects on Leaf Herbivory in *Hampea appendiculata* (Malvaceae): Implications for Tropical Firewood Systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 25: 165-174.
- Matias, C.A. 2015. Acúmulo de forragem de triticale e aveia branca submetidos a alturas de pré-pastejo e adubação nitrogenada. Universidade federal de Santa Catarina. Campus Curitibanos. Graduação em Agronomia. 28 pp.
- Mendoza, M.; Cortez, E.; Rivera, J.; Rangel, J.; Andrio, E.; Cervantes, F. 2011. Época y densidad de siembra en la producción y calidad de semilla de triticale (*x Triticosecale* Wittmack). *Agronomía Mesoamericana* 22(2): 309-316.
- Mendoza, M.; Sámano, S.; Cervantes, F.; Andrio, E.; Rangel, J.A.; Rivera, J.G.; Guevara, L.P.; Moreno, E. 2014. Evaluación de la fertilización integral en la producción de semilla de triticale (*X Triticum secale* Wittmack). *Phyton (Revista Internacional de Botánica Experimental)* 83: 93-100.
- Monreal, C.M.; De Rosa, M.; Mallubhotla, S.C.; Bindrabab, P.S.; Dimkpa. C. 2015. The application of nanotechnology for micronutrients in soil-plant systems. VFRC Report 2015/3. Virtual Fertilizer Research Center, Washington, D.C. 44 pp.
- Motzo, R.; Pruneddu, G.; Viridis, A.; Giunta, F. 2015. Triticale vs durum wheat: A performance comparison in a Mediterranean environment. *Field Crops Research* 180: 63-71.
- Murillo, A.B.; Escobar, H.A.; Fraga, M.H.; Pargas, L.R. 2001. Rendimiento de grano y forraje de líneas de triticale y centeno en Baja California Sur, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 24(2): 145-153.
- Paccapelo, H.; Ferreira, V.; Picca, A.; Ferrari, E.; Domínguez, R.; Grassi, E.; Ferreira, A.; Di Santo, H.; Castillo, E. 2017. Triticale (*x Triticosecale* Wittmack): Rendimiento y sus componentes en un ambiente semiárido de la Argentina. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia* 33(1): 45-58.
- Plana, R.; Gonzales, P.; Soto, F. 2016b. Uso combinado de Ecomic®, Fitomas-E® y fertilizan-

- tes minerales en la producción de forraje para la alimentación animal a base de triticale (x. *Triticosecale* Wittmack), cv INCA TT-7. *Cultivos Tropicales* 37(4): 76-83.
- Plana, R.; Gonzáles, P.; Rivera, R.; Varela, M.; Álvares, M. 2016a. Producción de forraje a base de triticale (x. *triticosecale* Wittmack) en el suelo nitisol ferrálico lúxico, con dosis variables de nitrógeno e inoculación con hongos micorrízicos arbusculares *Cultivos Tropicales* 37(2): 22-32
- Pomortsev, A.V.; Dorofeev, N.V.; Yu Zorina, S.; Katysheva, N.B.; Sokolova, L.G. 2019. The effect of planting date on Winter rye and triticale overwinter survival and yield in Eastern Siberia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 315 042031. *AGRITECH*. 5 pp.
- Riasat, M.; Kiani, S.; Saed-Mouchehsi, A.; Pessarakli, M. 2019. Oxidant related biochemical traits are significant indices in triticale grain yield under drought stress condition. *Journal of Plant Nutrition* 42(2): 111-126.
- Ruso, M.; Berlyn, G. 1990. The use of organic bioestimulant to help low-input sustainable agriculture. *J. Sustain. Agric.* 1(2): 19-42.
- Sánchez, R.; Jiménez, R.; Huamán, H.; Bustamante, J.; Huamán, A. 2013. Respuesta productiva y económica al uso de cuatro tipos de bebederos y a la adición de vitamina C en la crianza de cuyes en época seca en el valle del Mantaro. *Rev. Inv. Vet. Perú* 24(3): 283-292.
- Sánchez, R.A.; Gutiérrez, H. 2015. Características forrajeras de variedades de triticale en condiciones de sequía. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(3): 645-650.
- Siddika, M.; Abedin, M.; Sharmin, T.; Hanif, M.; Chandra, P. 2016. Effect of different micronutrients on growth and yield of rice. *International Journal of Plant and Soil Science* 12(6): 1-8.
- Silva, Y.; Trasmonte, G.; Giráldez, L. 2010. Variabilidad de las lluvias en el valle del Mantaro. *Memoria IGP*. Editado por el IGP, Lima. Pp. 52-56.
- Soares, AB.; Restle, J. 2002. Produção animal e qualidade de forragem de pastagem de triticale e azevém submetida a doses de adubação nitrogenada. *Rev. Bras. Zotec.* 31(2): 908-917.
- Yamina, S.; Trasmonte, G.; Giráldez, L. 2010. Variabilidad de las precipitaciones en el valle del río Mantaro. En: *Memoria del subproyecto "Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura" 2007-2010*. IGP. Editado por el IGP, Lima. Pp 54-58.
- Zadoks, C.; Chang, T.; Konzak, C. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14: 415-421.
- Zhu, F. 2018. Triticale: Nutritional composition and food uses. *Food Chemistry*. 241: 468-479.