



EFFECTO DE UN BIOESTIMULANTE EN EL RENDIMIENTO DE FORRAJE DE TRITICALE (*x Triticosecale*) EN SIEMBRA ESCALONADA ASOCIADA CON HABA (*Vicia faba*) †

[EFFECT OF BIOSTIMULANT ON THE FORAGE YIELD OF TRITICALE (*x Triticosecale*) IN STAGGERED SOWING ASSOCIATED WITH BROAD BEAN (*Vicia faba*)]

Vidal César Aquino-Zacarías¹, Andrés Alberto Azabache-Leyton¹, Narciso Isidoro Gómez-Villanes¹ Jorge Jiménez-Dávalos² and Rember Pinedo-Taco^{2*}

¹Universidad Nacional del Centro del Perú. Carretera Central km 37. Facultad de Agronomía. Pabellón I, primer piso. Apartado Postal 12006. El Mantaro, Jauja-Perú.

²Universidad Nacional Agraria La Molina. Avenida La Molina s/n. Facultad de Agronomía, Departamento Académico de Fitotecnia, tercer piso-La Molina. Apartado postal 12-056. Lima, Perú

*Corresponding author

SUMMARY

Background. The associations of poaceae and fabaceae forage species are important to provide cattle with a balanced diet between proteins and carbohydrates; also to contribute to the sustainable management of soils. **Objective.** The objective of the research was to determine the effect of the natural biostimulant on the triticale forage components during staggered sowing associated with faba bean. **Methodology.** The research was carried out under a randomized complete block experimental design with three repetitions. The genetic material was a line of semi-late triticale and a local variety of faba bean. Applications of a biostimulant were made in two phenological of the triticale stages forage during the staggered sowing (0, 20 and 40 days after sowing the bean). The variables evaluated were percentage increase of foliar N in triticale, biomass in triticale and broad bean, green forage yield of triticale and faba bean, presence of *Rhizobium* nodules in faba bean and interspecific competition indices of the associated system. **Implications.** The establishment of a triticale-faba bean association requires certain planting arrangements, varieties and nutrition to avoid the effects of competition, which cause the dominance or displacement of any of the species. **Conclusions.** The application of biostimulant in triticale in the tillering stage 20 days after sowing the bean, the highest yield of triticale forage was found, allowing the increase in the concentration of foliar nitrogen (1.8%) and rhizobial nodules per plant (175.83) of broad bean; higher biomass (6.49 t ha⁻¹) in triticale and higher amount of total forage (39.02 t ha⁻¹). The competition indices indicate that the bean cultivation in association favors the total relative yield without showing aggressive behavior between crops (A = 0); triticale and faba bean share their competitive capacity (CR>1) according to staggered plantings with and without biostimulant in a certain phenological state of triticale.

Key words: associated crops; forage quality; forage yield; staggered sowing; vegetable biostimulant.

RESUMEN

Antecedentes. Las asociaciones de especies de poáceas y fabáceas forrajeras son importantes para proporcionar al ganado un alimento equilibrado entre proteínas y carbohidratos; asimismo para contribuir al manejo sostenible de los suelos. **Objetivo.** El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de un bioestimulante natural en los componentes del forraje de triticale durante la siembra escalonada asociado con haba. **Metodología.** La investigación se ejecutó bajo diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. El material genético fue una línea de triticale semi-tardío y una variedad local de haba. Se realizaron aplicaciones de un bioestimulante en dos etapas fenológicas del forraje de triticale durante la siembra escalonada (0, 20 y 40 días después de la siembra de haba). Las variables evaluadas fueron incremento porcentual de N foliar en triticale, biomasa en triticale y haba, rendimiento de forraje verde de triticale y de

† Submitted August 31, 2021 – Accepted May 19, 2022.



haba, presencia de nódulos de *Rhizobium* en haba e índices de competencia interespecífica del sistema asociado. **Implicancias.** El establecimiento de una asociación triticale–haba, requiere de ciertos arreglos de siembra, variedades y nutrición para evitar los efectos de competencia, que provoquen el dominio o desplazamiento de alguna de las especies. **Conclusiones.** La aplicación de bioestimulante en triticale en la etapa de macollamiento a los 20 días de siembra de haba se constató el mayor rendimiento de forraje de triticale, permitiendo el incremento en la concentración de nitrógeno foliar (1.8%) y nódulos rizobiales por planta (175.83) de haba; mayor biomasa (6.49 t ha⁻¹) en triticale y mayor cantidad de forraje total (39.02 t ha⁻¹). Los índices de competencia indican que el cultivo de haba en asociación, favorece el rendimiento relativo total, sin mostrar comportamiento agresivo entre cultivos (A=0); el triticale y haba comparten su capacidad competitiva (CR>1) según las siembras escalonadas con y sin bioestimulante en determinado estado fenológico del triticale. **Palabras clave:** cultivos asociados; bioestimulante vegetal; siembra escalonada; calidad de forraje; rendimiento de forraje.

INTRODUCCIÓN

En el valle del Mantaro, Perú, la producción de forraje verde (FV) es un componente principal de los sistemas de producción. Es el principal insumo para la crianza familiar de animales mayores y menores como el cuy (*Cavia porcellus*). Los sistemas de producción de forrajes pueden ser en monocultivo con cultivos de cebada, alfalfa, o combinaciones de diversas especies. Las formas de asociación más frecuentes para la producción de forraje verde se realizan con especies de fabáceas como alfalfa (*Medicago sativa* L.), trébol (*Trifolium repens* L.) y vicia (*Vicia sativa* L.) con poáceas como la cebada (*Hordeum vulgare* L.), rye grass (*Lolium perenne* L.), pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) o avena (*Avena sativa* L.) para proporciona al ganado un alimento equilibrado entre proteínas y carbohidratos. (Aquino *et al.*, 2020; Ordoñez *et al.*, 2019).

La producción de forraje en asociación con otros cultivos se justifica porque las especies de la familia de las poáceas contienen bajos niveles de proteína, gran cantidad de fibra y baja digestibilidad, propiedades que no contribuyen significativamente a elevar la productividad animal (Espinoza *et al.*, 2018). En los últimos años se trató de contrarrestar el bajo valor nutricional con la importación de especies de alta productividad como el *Phalaris* sp; sin embargo, estas requieren el uso de herbicidas y uso de fertilizantes sintéticos, lo que puede incrementar los costos y el deterioro de los agroecosistemas (Aquino *et al.*, 2020).

Las fabáceas se prefieren también por su capacidad de producir buena cantidad de forraje en la época de sequía y de ser potencialmente mejoradoras del suelo, al establecer la simbiosis con el *Rhizobium* y fijar el nitrógeno atmosférico (Álvarez *et al.*, 2016; Guevara *et al.*, 2015). Las fabáceas, presentan elevada calidad, mejoran la relación carbono: nitrógeno (C:N) del suelo, por lo que son especies de una gran importancia en los ecosistemas, ya que

permiten la sustentabilidad de estos a través del tiempo (Espinoza *et al.*, 2001).

La densidad y la proporción de poáceas y fabáceas están en función de factores climáticos y edáficos. Entre ellos la altitud, suelo, clima, manejo, disponibilidad de agua de riego, sistema de producción y destino de la producción, entre otros aspectos relevantes para la producción de abono verde. En consecuencia, una pastura asociada puede estar conformada por 40,0% de trébol blanco, 23,0% de pasto ovillo y 37,0% de Rye grass inglés (Castro *et al.*, 2012; Ordoñez *et al.*, 2019). Este tipo de asociación garantiza un nivel bajo de competencia entre sí por espacio, humedad, nutrientes y radiación solar compiten por el nitrógeno (N) del suelo en las primeras fases, lo que favorece al cereal debido que la leguminosa aumenta la fijación de N₂ (Bedoussac *et al.*, 2015; Layek *et al.*, 2018).

Para medir los niveles de competencia interespecífica por recursos como agua, nutrientes, luz, anhídrido carbónico (CO₂) así como espacio, se desarrollaron modelos matemáticos, entre ellos, la relación equivalente tierra (LER), agresividad (A) y relación de competencia (CR) (Bedoussac *et al.*, 2015; Espinoza *et al.*, 2018; Kamara *et al.*, 2019; Layek *et al.*, 2018). Un valor de LER>1 indica que el cultivo asociado favorece el rendimiento de las especies, mientras que LER<1 indica que la competencia intraespecífica es más fuerte que la interacción interespecífica dentro del sistema de cultivos asociados. El índice de la agresividad (A) indica la dominancia relativa que tendría un cultivo sobre otro cultivo en asociado; por consiguiente, un valor de agresividad de cero indica que los cultivos asociados son igualmente competitivos y finalmente, la relación de competencia (CR) determina la competencia interespecífica entre los componentes de una asociación, dando una estimación de la capacidad competitiva de los cultivos asociados (Espinoza *et al.*, 2018).

En sistemas de agricultura familiar la producción de cultivos y especies forrajeras normalmente se realiza con escaso uso de fertilizantes sintéticos; los agricultores emplean guano de corral o abonos tipo compost en el momento de la siembra (Pinedo *et al.*, 2020). De acuerdo a la FAO (2019), si bien la actividad agrícola se sustenta en el uso de fertilizantes (origen mineral, sintético y orgánico), empleados en forma racional pueden favorecer la producción de biomasa y contribuir a aumentar la materia orgánica y la salud de los suelos (FAO, 2019), sin embargo, el uso indiscriminado de los fertilizantes sintéticos pueden deteriorar el sistema suelo y en el mediano y largo plazo sería menos productivos y como consecuencia puede afectar negativamente la seguridad alimentaria (Corrales-González *et al.*, 2016; Lema-Aguirre, 2017; Plana *et al.*, 2016; Scharf, 2015).

En el valle del Mantaro, el cultivo de haba (*Vicia faba* L.), mayormente se siembra en monocultivo, y gracias a su relación simbiótica con *Rhizobium*, fuente potencial para el aprovechamiento del N₂ atmosférico favorece la fertilidad química y biológica de los suelos (Aquino *et al.*, 2020; Iqbal *et al.*, 2019; Matias, 2015). La siembra del cultivo de haba en surcos favorece la asociación con el triticale (x *Triticosecale* Wittmack), un cereal híbrido, procedente del cruzamiento entre trigo (*Triticum aestivum* L.) y centeno (*Secale cereale* L.); el triticale, se adapta muy bien a condiciones de sierra alta y valles interandinos donde puede alcanzar hasta 140 cm de altura, se caracteriza por su alta producción de materia verde, su gran capacidad de rebrotar después del corte, resiste bien a las enfermedades, es de alto valor nutritivo, tiene excelente palatabilidad, y puede emplearse para pastoreo directo, henificado, ensilado o como grano (Bassu *et al.*, 2013; Kloster *et al.*, 2013; Montemayor *et al.*, 2015; Pomortsev *et al.*, 2019; Riasat *et al.*, 2019)

Actualmente, se viene generalizando el uso de bioestimulantes de origen natural o sintéticos para mejorar el rendimiento de la biomasa de forraje en el valle del Mantaro. El bioestimulante, favorece el crecimiento de las plantas a través de la síntesis de sustancias estimuladores del crecimiento o de procesos de nutrición, mejora, la absorción de nutrientes, tolerancia a estrés abiótico y calidad del cultivo (FAO, 2019), minimizan los efectos negativos de las variaciones edafoclimáticos (Cruz *et al.*, 2015), proveen mayor resistencia a plagas y enfermedades (Granados, 2015; Ruso y Berlyn, 1990), incrementan la velocidad metabólica y fotosintética, siendo activas a nivel celular y molecular (Cruz *et al.*, 2015), estimulan el crecimiento radicular generando mayor resistencia

al estrés hídrico (Frietag, 2014) constituyéndose en una alternativa ecológica y de bajo costo, para mejorar la productividad en diferentes condiciones (Barraza *et al.* 2019).

Al respecto Aquino *et al.* (2019) al evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada y un bioestimulante sintético constató con dos aplicaciones fraccionadas de N un rendimiento de 34.28 t ha⁻¹ con un costo de US\$ 380; mientras que, al aplicar el bioestimulante Stimplex un rendimiento de 29.02 t ha⁻¹ con un costo de US\$ 65. Lo anterior muestra que el uso del fertilizante nitrogenado incrementa solo el 15.34%; por consiguiente, al comparar el costo de los fertilizantes nitrogenados, el uso de los bioestimulantes sintéticos constituyen una alternativa económica y ecológica viable.

El bioestimulante AGROSTEMIN®-GL, es un extracto 100 % puro y natural de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), compuesto por macro y micronutrientes (biológicamente complejizados por aminoácidos), actúa como regulador hormonal ejerciendo efectos relevantes sobre rendimiento, calidad y el vigor de los cultivos, en las etapas fenológicas del cultivo, en tratamiento de semilla, estimula la germinación y/o brotamiento vigoroso y uniforme, así como en el crecimiento del cultivo, y en estrés, favorece el proceso de recuperación de la planta frente a condiciones de estrés biótico y abiótico (Serfi, 2020). Al respecto, Quintero *et al.* (2018), indican que los bioestimulantes favorecen significativamente la producción de materia seca de la parte aérea, número de vainas y rendimiento (88%) en el cultivo de *Phaseolus vulgaris* L., respecto al testigo sin bioestimulante. Por su parte Ushiñahua (2017), afirma que al aplicar Agrostemin G. (0.5 l ha⁻¹) en el cultivo de espinaca (*Espinacia oleracea* L.), incrementa el rendimiento en un 57% respecto al tratamiento control sin bioestimulante, generando un valor beneficio/costo de 1.41.

El programa de cereales de la Estación Experimental Agropecuaria "El Mantaro" (EEAM), la Facultad de Agronomía (FAG) de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), continúan con la validación agronómica de una selección de *triticale* proveniente del CIMMYT-México constituye una excelente alternativa para la época crítica del año en que se produce un déficit forrajero, y ocupa un nicho ecológico en el cual la avena forrajera baja considerablemente su producción, además con mayores y mejores cualidades forrajeras que satisfagan las necesidades del agricultor (Aquino *et al.*, 2020). Por lo anterior indicado, se ejecutó la presente investigación con el objetivo de determinar el efecto del

bioestimulante natural en los componentes del forraje de *triticales* durante la siembra escalonada asociado con haba.

METODOLOGÍA

La investigación se ejecutó en la campaña 2020-2021, en el lote 2 de la EEAM-FAG-UNCP, del distrito de El Mantaro, provincia de Jauja, departamento de Junín, Perú. El ensayo se ubica a una altitud de 3316 msnm en las coordenadas geográficas de Latitud Sur, 12°03'19" del Ecuador; Longitud Oeste, 75°16'33" de Greenwich; El área de estudio se caracteriza por ser de clima seco y templado (veranos lluviosos e inviernos con heladas), de 650 mm de precipitación promedio (diciembre y marzo), temperatura promedio anual 19.4°C máxima y 4.1°C mínima. En la localidad el 70% de la agricultura se desarrolla bajo condiciones de secano (IGP, 2012; CIIFEN, 2018).

Previo a la instalación del campo experimental se extrajeron muestras de suelos para determinar sus características físicas y químicas. En el laboratorio, se determinó el contenido de materia orgánica, considerando la siguiente escala: bajo (< 2.0%), medio 2.0 - 4.0% y alto > 4.0%. Para el cálculo del fósforo disponible se utilizó el método de Olsen modificado (extracción con NaHCO₃ = 0.5M, a un pH de 8.50), mientras que para obtener los contenidos de potasio disponible se empleó la extracción de este con acetato de amonio a un pH de 7.0. Para la interpretación de los resultados tanto de fósforo como de potasio disponible, se utilizó la clasificación establecida por el laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la facultad de agronomía de la Universidad Nacional del Centro (UNC). Para el P disponible se consideraron las siguientes escalas: bajo (suelo pobre) (< 7.0), medio (7.0 - 14.0) y alto (suelo rico) > 14.0. Asimismo, en la clasificación de potasio disponible en el suelo (ppm) se consideraron: bajo < 100; Medio de 100-240 y alto > 240

Como material genético en el caso del triticales se empleó la línea (ARDI_1/TOPO1419//ERIZO_9/3/POSAS_2/4/: CIMMYT); genotipo semi-tardío, de porte intermedio, espiga barbada, excelente macollamiento y rebrote (Aquino y Gómez, 2019). Asimismo, se emplearon semillas de haba común cv. Pacae Rojo Mantaro, de tallo cuadrangular robusto, 100-150 cm de altura, 6-7 macollos, flores blanco violáceo, 3-5 vainas por racimo, vainas con 1-3 granos de tamaño grande color rojo (Aquino *et al.*, 2020). El material bioestimulante AGROSTEMIN®-GL fue aplicado al triticales al detectar los estadíos Z₀₀ (semilla seca)

al momento de la siembra y Z₂₅ (planta principal con cinco macollos) (Zadoks *et al.*, 1974)

El ensayo diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones, dispuestos en 33 unidades experimentales de 6 x 2,4 m cada una, considerando la parcela útil los surcos o hileras centrales. El área experimental total fue de 475,2 m². Cada unidad experimental con 6 m de longitud, 0.8 m entre surcos y 0.4 m entre golpe de plantas en haba y en el triticales. La separación entre hileras de triticales fue de 0.3 m (0.15 m a ambos lados del surco de haba). El manejo agronómico del cultivo fue conducido bajo las formas tradicionales del agricultor del valle del Mantaro (Aquino y Gómez, 2019; Aquino *et al.*, 2020).

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones, dispuestos en 33 unidades experimentales de 6 x 2,4 m cada una, considerando la parcela útil los surcos o hileras centrales. El área experimental total fue de 475.2 m². Cada unidad experimental con 6 m de longitud, 0.8 m entre surcos y 0.4 m entre golpe de plantas en haba. En estas unidades experimentales de haba, en aquellas correspondientes al sistema asociado se distribuyeron las hileras para la siembra del triticales con distanciamiento de 15 cm a ambos lados del surco de haba. En el sistema de monocultivo de triticales, el distanciamiento entre hileras fue de 30 cm entre hileras. El manejo agronómico del cultivo fue conducido bajo las formas tradicionales del agricultor del valle del Mantaro (Aquino y Gómez, 2019; Aquino *et al.*, 2020).

El experimento fue instalado a inicios de la estación de lluvias (noviembre-marzo) y fue mantenido con riegos periódicos en presencia de sequías. Las semillas de haba se sembraron con una densidad de 130 kg ha⁻¹ en sistema de golpes (3 semillas por golpe) al fondo del surco y el triticales (120 kg ha⁻¹ con 21,6 g hilera⁻¹) en monocultivo y asociado con el haba con y sin bioestimulante en sistema de chorro continuo en toda la longitud de la hilera, a profundidad de 5 cm conforme a Aquino *et al.* (2020). La siembra escalonada del triticales fue a los cero (0) días después de la siembra (dds) de haba, luego a los 20 dds y finalmente a los 40 dds

La evaluación en los caracteres morfofisiológicos y producción de forraje, incluyeron a parcelas de monocultivo como testigo y dos factores, parcelas con bioestimulante y siembra escalonada a fin de determinar el efecto de la aplicación del bioestimulante natural en dos estados fenológicos. Las variables evaluadas fueron incremento porcentual de nitrógenofoliar en triticales (NFT), biomasa en triticales (BMT) y biomasa de haba

(BMH), rendimiento de forraje verde de triticale (RFVT), rendimiento de forraje verde de haba (RFVH), presencia de nódulos de *Rhizobium* en haba (NRz) e índices de competencia interespecífica de los cultivos de haba y triticale (LER, A y CR) del sistema asociado. Los datos se obtuvieron en dos metros lineales en el triticale y dos plantas en el haba, determinando RFVT y RFVH de las muestras de las hileras y surcos centrales (Aquino *et al.*, 2020).

La cosecha de forraje verde se realizó al observar el estadio Z_{7,1}: granos de la zona central de la espiga en madurez acuosa con líquido claro (Zadoks *et al.*, 1974). La primera cosecha a los 90 dds, la segunda a los 120 dds y la tercera a los 150 dds). La cosecha de haba fue en un solo momento utilizando la escala BBCH, estadio VL.75, cuando el 50% de las vainas han alcanzado la longitud final (Lancashire *et al.* 1991).

Para triticale la muestra representó el área cosechada (AC) de 0.6 m² y para haba, 0.32 m². Se estimó el rendimiento final de BMT y BMH; se separaron de la muestra diez plantas al azar de triticale y una de haba. Se determinó la biomasa fresca (PF) con la ayuda de una báscula: Las muestras fueron llevadas luego a la estufa a temperatura constante (75 °C) por 48 horas (CIMMYT, 2012). Al final se pesaron las muestras secas (PS) y del resto del manojo después de secado (PM), estimándose la biomasa en kg ha⁻¹ = ((PS/PF) x (PM+PF)/AC) x 10. Asimismo, para NRz, en plantas elegidas al azar, con la ayuda de una azada, se colectaron dos plantas en forma individual. Se contaron los nódulos “rizobiales” por planta de cada tratamiento. El análisis del contenido de NFT total, se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas (LASAP), de la Universidad Nacional del Centro, con el procedimiento Micro Kjeldahl (Bremner, 1996), %N = (Gasto HCl (ml) x Normalidad de HCl x 1,4) / peso de muestra (g).

La competencia entre dos cultivos asociados, se determinó mediante los índices para medir la productividad y eficiencia entre cultivos (Layek *et al.*, 2018; Espinoza *et al.*, 2018). El comportamiento competitivo, triticale “a” y haba “b”, se estimó en términos de LER. La ventaja relativa de cultivos asociados fue obtenido o comparado con monocultivos, y se calculó cada proporción del uso total (Kamara *et al.*, 2019). Los valores se determinaron con la relación $LER = (Yab/Yaa) + (Yba/Ybb)$, donde Yaa y Ybb son los rendimientos de los monocultivos de “a” y “b”, respectivamente, Yab es el rendimiento del

cultivo “a” asociado y Yba es el rendimiento del cultivo “b” en asociación.

El valor de LER se utilizó para comparar la eficacia de la mezcla y el monocultivo; cuando el LER es >1; se consideró que la asociación favorece el crecimiento y el rendimiento de la especie, si es <1, la asociación afecta negativamente el crecimiento y el rendimiento de las plantas cultivadas en asociación (Layek *et al.*, 2018). El valor A, es otro índice utilizado para indicar en qué medida el aumento del rendimiento relativo de “a” es mayor que “b” en un sistema de cultivo asociado, siendo la ecuación: $Aa = (Yab/YaZab) - (Yba/YbZba)$ y $Ab = (Yba/YbZba) - (Yab/YaZab)$, si, Aa = 0, ambos cultivos son igualmente competitivos, si Aa es positivo entonces el cereal es dominante, si Aa es negativo, el cereal es la especie dominada.

Asimismo, se consideró el CR, si da una mejor medida de la capacidad competitiva de los cultivos y también es ventajoso como índice sobre A. El CR representó la proporción de LER individuales de los dos cultivos componentes y se tomó en cuenta la proporción de los cultivos sembrados en cultivos asociados. Se calculó con las fórmulas, $CRa = (LERa/LERb)(Zba/Zab)$ y $CRb = (LERb/LERa)(Zab/Zba)$. El Zab, representa la proporción de “b” en combinación con “a” asociado y Zba, la proporción de “a” en combinación con “b” asociado. Cuando $CR_{ab} > 1$, la capacidad competitiva del cultivo “a” es más alta que aquella del cultivo “b” (Layek *et al.*, 2018). Asimismo, se determinó el rendimiento total de la asociación, biomasa productiva (BMTH) y forraje verde (RFVTH). Los tratamientos respondieron al esquema que respalda la combinación óptima de siembra escalonada sin y con bioestimulante (SESCB) a razón del momento fenológico oportuno de aplicación en triticale en siembra asociada con haba (Tabla 1).

Los datos fueron sistematizados en matrices (Excel 2019), se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para calcular las medias, error estándar y diferencias significativas entre tratamientos. Se utilizó el programa estadístico InfoStat.ve 2020. Las medias de tratamiento se compararon empleando la DMS de las medias de Tukey ($p \leq 0,05$). Se determinó la relación existente entre las variables del rendimiento de forraje y componentes asociados en haba y calidad de forraje, a través de polinomios ortogonales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANOVA, efecto cualitativo, muestran diferencias estadísticas altamente

significativas ($p \leq 0.01$) en las combinaciones de siembra escalonada con bioestimulante (SESCB) en la asociación triticale-haba. Se observa mayor concentración de nitrógeno foliar en triticale (NFT) con efecto positivo en la calidad del forraje y buena formación de nódulos de *Rhizobium* (NRz). El uso de SESC B en el tratamiento ST20BZ₂₅ (siembra de triticale a los 20 días después de la siembra de haba con aplicación del bioestimulante al estadio Z₂₅ del triticale) permitió el incremento de NFT (1.8) y mejor formación de NRz (175.83) superando al MT y MH respectivamente; lo anterior se puede deber según Zadoks et al. (1974), al aprovechamiento efectivo del bioestimulante en estadios tempranos Z₂₅: planta principal con cinco macollos (Tabla 2).

Tabla 1. Plan de combinación aplicado a los tratamientos con suministro de bioestimulante en diferentes estadios fenológicos del triticale con siembra escalonada en asociación con haba.

T	Sistema	Clave
T ₁	Monocultivo triticale	MT
T ₂	Siembra triticale, 0 ddsh, sin bioestimulante	ST0B ₀
T ₃	Siembra triticale, 20 ddsh, sin bioestimulante	ST20B ₀
T ₄	Siembra triticale, 40 ddsh, sin bioestimulante	ST40B ₀
T ₅	Bioestimulante a Z ₀₀ de triticale a los 0 ddsh	ST0BZ ₀₀
T ₆	Bioestimulante a Z ₀₀ de triticale a los 20 ddsh	ST20BZ ₀₀
T ₇	Bioestimulante a Z ₀₀ de triticale a los 40 ddsh	ST40BZ ₀₀
T ₈	Bioestimulante a Z ₂₅ de triticale a los 0 ddsh	ST0BZ ₂₅
T ₉	Bioestimulante a Z ₂₅ de triticale a los 20 ddsh	ST20BZ ₂₅
T ₁₀	Bioestimulante a Z ₂₅ de triticale a los 40 ddsh	ST40BZ ₂₅
T ₁₁	Monocultivo haba	MH

T: tratamientos (T₁...T₁₁). Z₀₀: semilla seca. Z₂₅: 2 (macollamiento) 5 (planta principal con cinco macollos), Zadoks et al., 1974. ST: siembra de triticale. ddsh: días después de la siembra de haba (0, 20 y 40 días). B₀: sin bioestimulante. Bioestimulante (AGROSTEMIN®-GL, 2 l ha⁻¹).

Según Cruz et al., (2015) la planta se encuentra en continuo crecimiento y desarrollo incrementando la velocidad metabólica y fotosintética, siendo activas a nivel celular y molecular como un todo en su organismo. La activa formación de NRz, fijando N₂ por parte del haba, favorece mayor fijación de N

atmosférico en el suelo facilitando el mejor movimiento y aprovechamiento del bioestimulante dentro de la planta; por consiguiente, facilitando el establecimiento eficiente de nódulos por simbiosis mutualista, *Rhizobium*-leguminosa concentrando mayor NFT, constituyéndose un medio mejorado para suministrar N a los cereales, ofreciendo ventajas intrínsecas sobre las no leguminosas, crucial para una agricultura sostenible, incluida la reducción de la contaminación por fertilización nitrogenada sintética (Adams et al., 2018; Aquino y Gómez, 2019; Aquino et al. 2020; Dent y Cocking, 2017).

Tabla 2. Contenido de nitrógeno en triticale y nódulos rizobiales en haba. Efecto del bioestimulante en siembra escalonada, asociación triticale-haba.

Tratamientos	NFT	NRz
	□	□
MT	0.88 ^b	--
ST0B ₀	0.83 ^b	85.00 ^b
ST20B ₀	1.09 ^{ab}	89.67 ^b
ST40B ₀	0.79 ^b	91.67 ^b
ST0BZ ₀₀	0.87 ^b	103.33 ^b
ST20BZ ₀₀	0.87 ^b	123.33 ^b
ST40BZ ₀₀	0.64 ^b	110.17 ^b
ST0BZ ₂₅	0.91 ^b	117.83 ^b
ST20BZ ₂₅	1.8 ^a	175.83 ^a
ST40BZ ₂₅	1.36 ^{ab}	111.83 ^b
MH	--	91.67 ^b
DMS	0.81912	46.06542
Contrastes (CM)		
Lineal	0.24 ^{ns}	2336.81 ^{**}
Cuadrática	0.04 [*]	2279.04 ^{**}
Cúbica	0.0004 ^{ns}	590.00 ^{ns}

NFT: % de N foliar en planta de triticale. NRz: nódulos rizobiales por planta de haba. Z₀₀: semilla seca. Z₂₅: 2 (macollamiento) 5 (planta principal con cinco macollos), Zadoks et al., 1974. ST: siembra de triticale (0, 20 y 40 días después de la siembra de haba). B₀: sin bioestimulante. B: Bioestimulante (AGROSTEMIN®-GL, 2 l ha⁻¹). CM: cuadrado medio. Letras iguales indican diferencias estadísticas no significativas. DMS_t ($p > 0.05$).

El análisis con polinomios ortogonales muestra la cuadrática más ajustado en NFT y lineal en NRz que la cúbica con respuesta significativa ($p \leq 0.05$) y altamente significativa ($p \leq 0.01$) respectivamente (Tabla 2), indicando la tendencia de utilizar la combinación SESC B asociado con triticale en NFT y NRz.

Del contraste cuadrático, ST20BZ₂₅, promueve mayor NFT (R^2 de 0.4956) y máxima formación de NRz (R^2 de 0.4058) por planta; NFT, sigue una curva

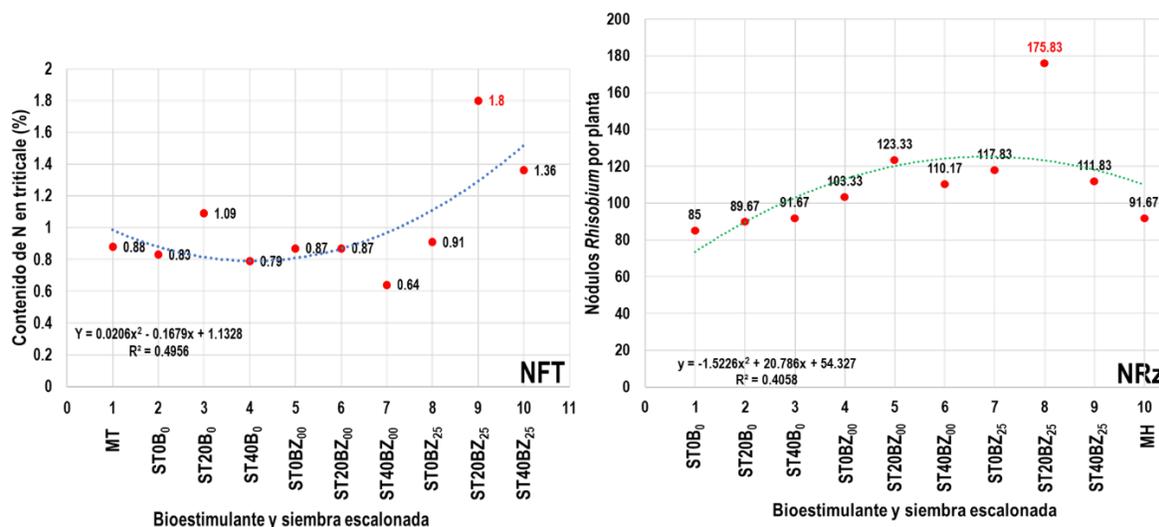


Figura 2. Contraste cuadrático para el efecto del bioestimulante y siembra escalonada en cultivo asociado triticale-haba con el % de N en planta de triticale (NFT) y nódulos rizobiales en haba (NRz).

MT: monocultivo triticale. Z₀₀: semilla seca. Z₂₅: 2 (macollamiento) 5 (planta principal con cinco macollos), Zadoks *et al.*, 1974. ST: siembra de triticale (0, 20 y 40 días después de la siembra de haba). B₀: sin bioestimulante. B: Bioestimulante (AGROSTEMIN®-GL, 2 l ha⁻¹). MH: monocultivo haba.

curva parabólica ascendente, existiendo una tasa creciente a medida que se suceden los incrementos en días de la siembra escalonada con 49.56% de tendencia (Figura 2). El MT, marcó tendencia inferior en NFT probablemente debido a la ausencia de la fabécea y a no fijar N₂ en el suelo, corroborado por Aquino *et al.* (2020). Mientras que en NRz, la curva parabólica asciende y desciende en el asociado, que, a partir de esta SESCOB, la curva desciende diferenciándose con el MH, con una tendencia de 40.58%.

Los resultados del ANOVA, efecto cuantitativo, de la asociación triticale-haba, BMT, RFVT, BMTH y RFVTH muestran diferencias estadísticas altamente significativas ($p \leq 0.01$). La respuesta del triticale a la SESCOB, se constató alta relación del estado fenológico del triticale con siembra escalonada que se manifestó en el crecimiento y productividad cuantitativa (Layek *et al.*, 2018). El rendimiento de BMT, MT, fue diferente a los demás grupos y superó en rendimiento de biomasa a las combinaciones de SESCOB dentro del cultivo asociado (Tabla 3); mientras que, ST20BZ₂₅, difiere con las demás combinaciones. Este sistema, además, en BMTH y RFVTH, promovieron mayor biomasa (19.54 t ha⁻¹) y forraje verde (39.02 t ha⁻¹), comparados con MT y MH, difiriendo en la fenología, con crecimiento vigoroso y alta producción de biomasa (Álvarez-Solís *et al.*, 2015, Aquino *et al.*, 2020). El mismo efecto fue observado en la asociación triticale-haba con

aplicación de bioestimulantes y nitrógeno por Aquino y Gómez, (2019), quienes señalan que el fraccionamiento de la fertilización nitrogenada (75 kg ha⁻¹) y del bioestimulante Stym25 (1.5 l ha⁻¹) aplicados en la etapa de macollamiento (cinco macollos) y elongación del tallo (hoja bandera expandida), se asociaron a una mayor producción de forraje y mayor establecimiento de tallos (macollos) por unidad de superficie, implantando 47.89 t ha⁻¹ de forraje y 600 tallos m⁻².

Asimismo, se constata incrementos de BMT, RFVT, BMTH y RFVTH en las combinaciones de SESCOB, con máximo rendimiento en ST20BZ₂₅, comparado con MT y MH. Este sistema, muestra una relación directa entre los rendimientos de biomasa y forraje verde de triticale, haba y su respectiva mezcla, alcanzado el pico más alto, para luego descender en el sistema ST40BZ₂₅, probablemente por menor disponibilidad de N (40 días de sembrado el haba), remanente del uso del triticale a los 20 días de sembrado el haba.

El cultivo asociado, triticale-haba, favoreció mayor rendimiento de RFVTH a partir de la SESCOB en el sistema ST20BZ₂₅ con 39.02 t ha⁻¹ comparado con MT y MH. Resultado similar fue obtenido por Aquino *et al.* (2020) en la asociación triticale-haba, al constatar que el cultivo asociado favorece el rendimiento de forraje comparado con MT y MH, en cuatro proporciones de semillas.

Tabla 3. Rendimiento de forraje verde. Efecto del bioestimulante en siembra escalonada, asociación triticale-haba.

Tratamientos	Biomasa (t ha ⁻¹)			Rendimiento forraje (t ha ⁻¹)		
	BMT	BMH	BMTH	RFVT	RFVH	RFVTH
MT	7.33 ^a	--	7.33 ^d	16.49 ^b	--	16.49 ^b
ST0B ₀	4.93 ^b	6.48 ^a	11.41 ^{bcd}	17.36 ^b	7.11 ^a	24.47 ^{ab}
ST20B ₀	4.31 ^c	8.04 ^a	12.35 ^{abcd}	18.24 ^b	13.62 ^a	31.86 ^{ab}
ST40B ₀	4.47 ^{bc}	9.17 ^a	13.64 ^{abcd}	15.23 ^b	15.60 ^a	30.83 ^{ab}
ST0BZ ₀₀	5.21 ^{bc}	9.95 ^a	16.95 ^{abc}	19.78 ^{ab}	8.86 ^a	28.64 ^{ab}
ST20BZ ₀₀	5.67 ^{abc}	9.95 ^a	15.62 ^{abc}	19.10 ^b	12.95 ^a	32.05 ^{ab}
ST40BZ ₀₀	4.8 ^{bc}	7.64 ^a	12.45 ^{abcd}	18.34 ^b	13.31 ^a	31.65 ^{ab}
ST0BZ ₂₅	5.41 ^{abc}	13.37 ^a	18.77 ^{ab}	19.05 ^b	7.06 ^a	26.11 ^{ab}
ST20BZ ₂₅	6.49 ^{ab}	13.05 ^a	19.54 ^a	25.88 ^a	13.14 ^a	39.02 ^a
ST40BZ ₂₅	4.81 ^{bc}	8.76 ^a	13.57 ^{abcd}	16.35 ^b	13.98 ^a	30.34 ^{ab}
MH	--	8.92 ^a	8.92 ^{cd}	--	14.76 ^a	14.76 ^b
DMS	2.04288	7.9685	8.0313	6.5212	18.0973	18.8138
Contrastes (CM)						
Lineal	4.7 ^{**}	0.25 ^{ns}		0.16 ^{ns}	69.86 ^{ns}	
Cuadrática	1.12 ^{ns}	32.41 ^{ns}		58.51 ^{**}	11.00 ^{ns}	
Cúbica	5.79 ^{**}	1.03 ^{ns}		2.37 ^{ns}	100.44 ^{ns}	

BMT: biomasa triticale. BMH: biomasa haba. BMTH: biomasa total triticale-haba. RFVT: forraje verde triticale. RfvH: forraje verde haba. RfvTH: forraje verde total triticale-haba. Z₀₀: semilla seca. Z₂₅: 2 (macollamiento) 5 (planta principal con cinco macollos), Zadoks *et al.*, 1974. ST: siembra de triticale (0, 20 y 40 días después de la siembra de haba). B₀: sin bioestimulante. B: Bioestimulante (AGROSTEMIN®-GL, 2 l ha⁻¹). CM: cuadrado medio. Letras iguales indican diferencias estadísticas no significativas. DMSt (p>0,05).

El análisis de polinomios ortogonales muestra la cúbica en BMT y RFVT la cuadrática (Tabla 3) con respuesta altamente significativa (p<0.01), indicando la tendencia de utilizar SESCOB del triticale asociado con haba. El R² de 0.6961 del contraste cúbico, ST20BZ₂₅, promueve mayor BMT y sigue una curva parabólica ascendente y descendente en los sistemas y luego la curva descendiéndose con ST40BZ₂₅, con una

tendencia de 69,61%. Un comportamiento estadístico similar se observa en RFVT (Figura 3).

La tendencia de utilizar SESCOB en asociación triticale-haba, R² de 0.2075 del contraste cuadrático, ST20BZ₂₅, promueve mayor RFVT en la asociación marcando la tendencia a partir de este sistema con las SESCOB, que sigue una curva parabólica ascendente, existiendo una tasa menos

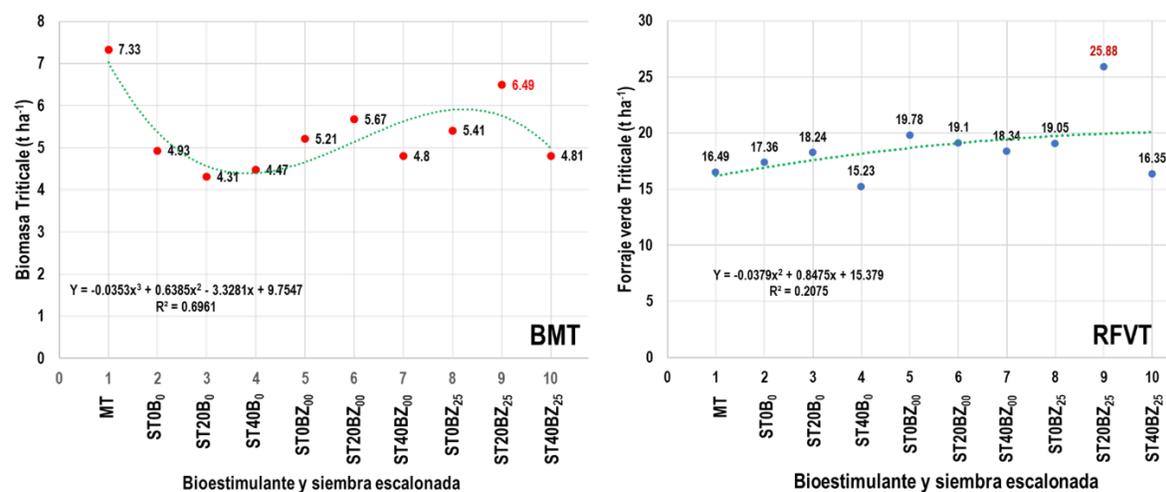


Figura 3. Contraste cúbico y cuadrático para el efecto del bioestimulante y siembra escalonada en cultivos asociados triticale-haba con biomasa (BMT) y rendimiento de forraje verde de triticale (RFVT). MT: monocultivo triticale. Z₀₀: semilla seca. Z₂₅: 2 (macollamiento) 5 (planta principal con cinco macollos), Zadoks *et al.*, 1974. ST: siembra de triticale (0, 20 y 40 días después de la siembra de haba). B₀: sin bioestimulante. B: bioestimulante AGROSTEMIN®-GL, 2 l ha⁻¹.

creciente a medida que se suceden los demás sistemas, con drástico descenso en ST40BZ₂₅, con el 20.75% de tendencia. El MT, marcó tendencias superiores en BMT por el efecto residual de N presente en el suelo (cultivo anterior asociación triticale-haba con proporciones de semilla, Aquino *et al.*, 2020) y sin tendencias marcadas en RFVT por no existir efecto de SESCOB.

El cultivo asociado de triticale-haba favorece el rendimiento relativo total de forraje ($LER_{total} > 1$), comparado con el rendimiento relativo por cultivo en los nueve sistemas de siembra escalonada con o sin bioestimulante. La LER parcial del triticale muestra una tendencia a disminuir a medida que aumentó la LER parcial del haba hasta alcanzar la combinación del sistema ST20BZ₂₅ (Tabla 4). Los intercalados tienen LER_{total} mayores a 1.0; el cultivo asociado de triticale-haba favorece el rendimiento del monocultivo de triticale, siendo el de mayor eficacia el patrón de cultivo ST20BZ₂₅ con 2.3705 de LER_{total} . Los resultados concuerdan con lo reportado por Aquino *et al.* (2020), indicando que el cultivo asociado de triticale con haba favorece el rendimiento de monocultivo de triticale.

Tabla 4. Efecto del bioestimulante en siembra escalonada sobre el rendimiento relativo total de forraje. Cultivo asociado triticale-haba.

Tratamientos	Rendimiento relativo de forraje (LER)		
	LER _a (triticale)	LER _b (haba)	LER _{total}
MT	1.0000	-	1.0000
ST0B ₀	0.6728	0.7225	1.3953
ST20B ₀	0.5868	0.9337	1.5205
ST40B ₀	0.6103	1.0401	1.6504
ST0BZ ₀₀	0.7097	1.2790	1.9888
ST20BZ ₀₀	0.7719	1.1279	1.8998
ST40BZ ₀₀	0.6550	0.8714	1.5264
ST0BZ ₂₅	0.7367	1.4747	2.2114
ST20BZ ₂₅	0.8847	1.4858	2.3705
ST40BZ ₂₅	0.6556	0.9731	1.6287
MH	-	1.000	1.0000

Cuando LER_{total} es > 1 favorece el rendimiento relativo de la asociación de cultivos (Layek *et al.*, 2018).

En el cultivo asociado de triticale-haba no se observó un comportamiento agresivo de ninguna de las especies ($A=0$) en los nueve sistemas de la SESCOB, concordando con el reporte de Aquino *et al.*, (2020) en cultivo asociado triticale con haba, la tendencia de los valores es cercano a cero (Tabla

5). Por lo tanto, la incorporación del haba como componente del cultivo asociado favorecería para lograr mayores rendimientos de FV y mayor concentración de NT.

Tabla 5. Efecto del bioestimulante en siembra escalonada sobre la agresividad y relación competitiva. Cultivo asociado triticale-haba.

Tratamientos	Agresividad (A)		Relación Competitiva (CR)	
	A _{triticale}	A _{haba}	CR _{triticale}	CR _{haba}
ST0B ₀	-0.0018	0.0018	1.1595	0.8966
ST20B ₀	-0.0047	0.0047	1.2472	1.4450
ST40B ₀	-0.0056	0.0056	0.7232	1.4017
ST0BZ ₀₀	-0.0072	0.0072	0.7732	1.4655
ST20BZ ₀₀	-0.0051	0.0051	0.8384	1.1995
ST40BZ ₀₀	-0.0035	0.0035	0.9952	1.0712
ST0BZ ₂₅	-0.0090	0.0090	0.6201	1.6209
ST20BZ ₂₅	-0.0079	0.0079	0.7466	1.3724
ST40BZ ₂₅	-0.0045	0.0045	0.8467	1.2448

$A > 0$: comportamiento agresivo. $A = 0$: no existe agresividad. $CR > 1$: la capacidad competitiva de la especie es mayor con respecto a la otra (Layek *et al.*, 2018).

En el cultivo asociado de triticale-haba existe mayor capacidad competitiva del triticale ($CR > 1$) en ST0B₀ comparado con el haba en función a las combinaciones del SESCOB aplicado en determinado estadio del triticale, mostrando variabilidad en el comportamiento de CR (Tabla 5). En el CR_{triticale}, es mayor la combinación, ST0B₀, sin embargo, no promovió mayor BMT y RFVT (Tabla 3). Mientras que, en el CR_{haba}, la de mayor capacidad competitiva fue ST0BZ₂₅, con resultado similar CR_{triticale} sin promover mayor NFT y NRz; por consiguiente, en ambos cultivos asociados existió predominio en CR, por parte del cultivo de haba, diferenciándose en función de su característica de producción para establecer mayor concentración de NFT por medio de la fijación de N₂ por la simbiosis con *Rhizobium*. Sin embargo, no hay un impacto negativo, mostrando índices cercanos a 1 de CR, por tanto, la competencia entre cultivos asociados no es significativamente alta, y se recomienda la siembra de triticale a los 20 días después de la siembra de haba y con el suministro apropiado de bioestimulante en determinado estadio fenológico del triticale. Al respecto Las leguminosas favorecen mayor rendimiento de forraje e incrementan la carga animal por unidad de superficie cuando se asocian con gramíneas, Las leguminosas muestran desventaja para competir con las gramíneas por nutrimentos en pradera asociada (Rojas *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

En los cultivos asociados de triticale-haba, la combinación ST20BZ₂₅ se constató mejor efecto tanto en lo cualitativo-cuantitativo de forraje de triticale, permitió el incremento en la concentración de nitrógeno foliar (1,8%) y nódulos rhizobiales por planta (175.83) de haba; Asimismo, mayor biomasa (6.49 t ha⁻¹) en triticale y mayor cantidad de forraje total (39.02 t ha⁻¹). Los índices de competencia indican que el cultivo de haba en asociación, favorece el rendimiento relativo total (LER_{total}). No se constaron indicadores de comportamiento agresivo entre cultivos (A=0); por consiguiente, las dos especies comparten su capacidad competitiva (CR>1) en función a las siembras escalonadas, sin y con bioestimulante en un determinado estadio fenológico del triticale.

Acknowledgement

The authors thank the anonymous reviewers for their contribution to the preparation of this article.

Funding. Research costs were funded by the authors.

Interest conflict. The authors declare not having conflict of interest in the execution of the present research work.

Compliance with ethical standards. The authors declare that does not apply ethical standards due to the type of experiment carried out.

Data availability. The data is available with the author for correspondence (rpinedo@lamolina.edu.pe).

Author contribution statement (CRediT). V. Aquino- Investigation, Writing-original draft. A. Azabache- Methodology, writing-original draft. N. Gómez- visualization/data presentation. J. Jiménez- Investigation, Visualization, Methodology, Validation. R. Pinedo-Taco - Conceptualization, supervision, formal analysis, writing-review & editing.

REFERENCIAS

Adams, M. A., Buckley, T. N., Salter, W. T., Buchmann, N., Blessing, C. H. and Turnbull, T. L., 2018. Contrasting responses of crop legumes and cereals to nitrogen availability. *New Phytologist*, 217(4), pp. 1475-1483. <https://doi.org/10.1111/nph.1491>

Álvarez-Solís, J., Muñoz-Arroyo, R., Huerta-Lwanga, E. and Nahed-Toral, J., 2015. Balance parcial de nitrógeno en el sistema de cultivo de maíz (*Zea mays* L.) con cobertura de leguminosas en Chiapas, México. *Agronomía Costarricense*, 40(1), pp. 29-39.

Álvarez, G.R., García, A.R., Cervantes, X.P., Zamora, D.J., Chabla, G.M., Chacón, E., Garzón, J.W., Ramírez de la Ribera, J.L. and Ramos, Y., 2016. Comportamiento agronómico de la asociación del pasto *Brachiaria decumbens* con dos leguminosas. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(4), pp.1-9.

Aquino, V. and 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), pp. 469-477. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.03>

Aquino, V., Gómez, N., Rivas, F., Azabache, A. and Jiménez-Dávalos, J., 2020. Incremento N foliar, biomasa e índices de competencia del triticale (x *Triticosecale*) asociado con haba, utilizando diferentes proporciones de semilla en el valle del Mantaro, Perú. *IDESIA*, 39(1), pp. 1-9

Barraza, O., Ovalle, B.S. and Peña, E., 2019. Producción y caracterización de bioestimulantes para la producción agrícola a partir de residuos locales. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 6(11), 9 p.

Bassu, S., Asseng, S., Giunta, F., and Motzo, R., 2013. Optimizing triticale sowing densities across the Mediterranean Basin. *Field Crops Research*, 144, pp.167-178. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.01.014>

Bedoussac, L., Journet, E. P., Hauggaard-Nielsen, H., Naudin, C., Corre-Hellou, G., Jensen, E. S., Prieur, L. and Justes, E., 2015. Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 35(3), pp. 911-935. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0277-7>

- Bremner, J. M., 1996. Nitrogen-total. In Sparks D. I., Page, A.I., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T. and Sumner M. E. (Eds.), *Methods of soil analysis* (pp. 1085-1121). Soil Science Society of America, *American Society of Agronomy*. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c37>
- Castro, R., Hernández, H., Vaquera, J., De la Paz Hernández, A., Quero, J., Enríquez, P. and Martínez A., 2012. Comportamiento productivo de asociaciones de gramíneas con leguminosas en pastoreo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(1), pp. 87-95.
- CIIFEN, 2018. *Entendiendo el clima de la Cuenca del Río Mantaro, Perú*. Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño, Guayaquil, Ecuador. 62 p.
- CIMMYT, 2012. *Manual de determinación de rendimiento*. México, DF. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 42 p.
- Corrales-González, M., Rada, F. and Jaimez, R., 2016. Efecto del nitrógeno en los parámetros fotosintéticos y de producción del cultivo de la gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus ex Hook. F.). *Acta Agronomica*, 65(3), pp. 255-260.
- Cruz, M., Gabriel, A., Ilku, L.H., Ventura, M., Possatto, O. and Alves, O., 2015. Biorregulador aplicado em diferentes estádios fenológicos na cultura do trigo. *Revista Agro@ambiente On-line*, 9(4), pp. 476-480.
- Dent, D. and Cocking, E., 2017. Establishing symbiotic nitrogen fixation in cereals and other non-legume crops: The Greener Nitrogen Revolution. *Agriculture & Food Security*, 6(1), pp. 7. <https://doi.org/10.1186/s40066-016-0084-2>
- Espinoza, F., Núñez, W., Ortiz, I. and Choque, D., 2018. Producción de forraje y competencia interespecífica del cultivo asociado de avena (*Avena sativa*) con vicia (*Vicia sativa*) en condiciones de secano y gran altitud. *Revista Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(4), pp. 1237-1248.
- Espinoza, F., Argenti, P., Gil, J.L., León, J. and Perdomo, E., 2001. Evaluación del pasto King grass (*Pennisetum purpureum* cv. King grass) en asociación con leguminosas forrajeras. *Zootecnia Tropical*, 19(1), pp. 59-71.
- FAO, 2019. *Código Internacional de Conducta para el Uso y Manejo de Fertilizantes*. Roma. 56 p.
- 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 Agronomía. Pato Branco. 40 p.
- 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 p.
- Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2012. *Eventos meteorológicos extremos (sequías, heladas y lluvias intensas) en el valle del Mantaro*. Lima. Perú: Ministerio del Ambiente. Primera edición.
- Iqbal, M.A., Hamid, A., Ahmad, T., Siddiqui, M.H., Hussain, I., Ali, S.; Ali, A. and Ahmad, Z., 2019. Forage sorghum-legumes intercropping: effect on growth, yields, nutritional quality and economic returns. *Crop Production and Management. Bragantia, Campiñas*, 78(1), pp. 82-95. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.2017363>
- Kamara, A. Y., Tofa, A. I., Ademulegun, T., Solomon, R., Shehu, H., Kamai, N. and Omoigui, L., 2019. Maize-soybean intercropping for sustainable intensification of cereal-legume cropping systems in Northern Nigeria. *Experimental Agriculture*, 55(1), pp. 73-87. <https://doi.org/10.1017/S0014479717000564>

- Kloster, AM., Bainotti, C., Cazorla, C., Amigone, MA., Donaire, G. y Baigorria, T., 2013. Triticale. Un cultivo invernal plástico y multifuncional. Planteos ganaderos SD. *Revista Técnica de la Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa*, pp. 50-56.
- Lancashire, P.D., Bleiholder, H., Boom, T.V.D., Langelüddeke, P., Stauss, R., Weber, E. and Witzemberger, A., 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Annals of Applied. Biology*, 119(3), pp. 561-601. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1991.tb04895.x>
- Layek, J., Das, A., Mitran, T., Nath, C., Meena, R.S., Yadav, G.S., Shivakumar, B.G., Kumar, S. and Lal, R., 2018. Cereal+Legume Intercropping: An Option for Improving Productivity and Sustaining. pp 347-386. In Soil Health. R. S. Meena *et al.* (eds.), Legumes for Soil Health and Sustainable Management. Springer Nature Singapore Pte Ltd.
- Lema-Aguirre, A., Basantes-Morales, E. and Pantoja-Guamán, J., 2017. Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), pp. 97-115.
- 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 p.
- Montemayor, J.A., Segura, M.A., Munguía, J. and Woo, J.L., 2015. Productividad del agua en el cultivo de triticale (X.Triticosecale Wittmack) en La Comarca Lagunera de Coahuila, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(7), pp. 1533-1541.
- Guevara, J., López, K. M., Ramírez de la Ribera, J., Cedeño, D.M., Espinoza, A., Chacón, E. and Luna, R., 2015. Evaluación del Kudzú (*Pueraria phaseloides*) y la *Clitoria ternatea* en diferentes estados de madurez. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(10), pp. 1-9.
- Ordoñez, J., Huamán, V. and Rojas, J., 2019. Establecimiento de una asociación de gramíneas y leguminosas forrajeras, sembradas con densidades de arveja (*Pisum sativum* L.) cv "Remate" en el Valle del Mantaro, Perú. *Scientia Agropecuaria* 10(3), pp. 383-391
- Plana, R., Gonzáles, P. y Soto, F., 2016. Uso combinado de Ecomic®, Fitomas-E® y fertilizantes 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), pp. 76-83.
- Pomortsev, A.V., Dorofeev, N.V., Yu Zorina, S., Katysheva, N.B., and Sokolova, L.G., 2019. The effect of planting date on Winter rye and triticale overwinter survival and yield in Eastern Siberia. IOP Conference Series *Earth and Environment Science*, 315(4), 042031. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/315/4/042031>.
- Quintero, L., Calero, A., Pérez, Y. and Enríquez, L., 2018. Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común. *Centro Agrícola*, 45(3), pp 73-80.
- Riasat, M., Kiani, S., Saed-Mouchehsi, A. and Pessarakli, M., 2019. Oxidant related biochemical traits are significant indices in triticale grain yield under drought stress condition. *Journal of Plant Nutrition*, 42(2), pp. 111-116 p. <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1549675>
- Rojas, S., Olivares, J., Jiménez, R. and Hernández, E., 2005. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico, *Revista Electrónica de Veterinaria*, 1(5), pp. 1695-7504,
- Ruso, M. and Berlyn, G., 1990. The use of organic bioestimulant to help low-input sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*. 1(2), pp. 19-42. https://doi.org/10.1300/J064v01n02_04
- Scharf, P.C., 2015. Managing nitrogen in crop production. Madison, WI, USA: ASA, CSSA, and SSSA.
- Serfi., 2020. AGROSTEMIN®-GL. Ficha Técnica. SERFI S.A. 4 p. <https://s3.amazonaws.com/serfi->

cdn/uploads/2020/02/31212152/Ficha-T%C3%A9cnica-AGROSTEMIN-GL-v01.2020.pdf

Ushiñahua, A. R., 2017. Evaluación de cuatro dosis de Trihormona en el cultivo de espinaca (*Spinacia Oleracea*) variedad “Viroflay f-1”, bajo condiciones agroclimáticas en el distrito de Lamas. Tesis grado,

Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto Perú. 52 p.

Zadoks, C., Chang, T. and Konzak, C., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, pp. 415-421. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x>