



FOLIA
Amazónica

Revista del Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

SOPORTE DE *Ricinus communis* (HIGUERILLA) EN EL RENDIMIENTO DE *Phaseolus vulgaris* L. (FREJOL), EN LA REGIÓN SAN MARTÍN, PERÚ

Jaime Walter ALVARADO RAMÍREZ^{1*}, Nelson Milciades QUIÑONES VÁSQUEZ¹,
Geomar VALLEJOS TORRES¹, Grecia Vanessa FACHÍN RUIZ¹,
Christian KOCH DUARTE², Willy Richard REÁTEGUI ESPINOZA¹,
Keisy DÁVILA TAFUR¹, Joel VÁSQUEZ BARDALES³

¹ Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ciencias Agrarias, Tarapoto.

² Kallpay Forest S.A.C. Tarapoto.

³ Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Iquitos.

* Correo electrónico: jalvarado_2001@yahoo.es

RESUMEN

Se evaluó el soporte de las ramas de la higuierilla (*Ricinus communis* L.) en el rendimiento del frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Huasca Poroto en las comunidades nativas de Alto Shamboyacu y Chunchiwi, región San Martín. Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con cuatro tratamientos y tres bloques. Los tratamientos utilizados fueron: T0 (frejol con maíz, testigo), T1 (todas las ramas de higuierilla sin podar asociado con frejol), el T2 (higuierilla podada y la formación de dos ramas de higuierilla asociado con frejol) y T3 (higuierilla podada y la formación de tres ramas de higuierilla asociado con frejol). Las variables evaluadas en ambas comunidades fueron: área foliar (cm²), longitud de vaina (cm), número de vainas por planta, altura de planta (m), número de semillas por vaina, peso promedio de semillas (g), rendimiento (kg/ha⁻¹) y análisis económico. En ambas comunidades, el tratamiento (T3) (higuierilla podada con tres ramas asociada con frejol), brindó mejor soporte al crecimiento del frejol, alcanzando mayor rendimiento y beneficio económico ($p < 0,05$) con 1709,18 y 1367,37 kg /ha y con 0,22 y 0,03 B/C. Se demuestra que el soporte de la higuierilla con tres ramas proporciona mejor sostenibilidad e incrementa la producción del frejol; la asociación frejol e higuierilla hacen posible una mayor

rentabilidad y mayores beneficios económicos para los pobladores de las zonas estudiadas.

PALABRAS CLAVE: Cultivo, soporte, tratamiento, ramas, Amazonía.

SUPPORT OF *Ricinus communis* L.(HIGUERILLA) IN THE PERFORMANCE OF *Phaseolus vulgaris* L. (FREJOL) IN SAN MARTIN REGION, PERU

ABSTRACT

The support of the branches of the higuerilla tree (*Ricinus communis* L.) is evaluated in its ability to promote the yield of the bean variety Huasca Poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) in the native communities of Alto Shamboyacu and Chunchiwi, San Martin region. We used the Randomized Block Design, with four treatments and three blocks. The treatments used were: T0 (bean with corn, control), T1 (all unpruned huiguerilla branches associated with bean), T2 (higuerilla pruned and the formation of two higuerilla branches associated with bean) and T3 (higuerilla pruned and the formation of three higuerilla branches associated with bean). The indicators used in both communities were: leaf area (cm²), pod length (cm), number of pods per plant, plant height (m), number of seeds per pod, average seed weight (g), yield (kg/ha-1) and economic analysis. In both communities, the treatment T3 provided more support to bean growth, therefore increasing the yield and economic benefit of the bean cultivation with 1709.18 and 1367.34 kg/ha-1 and with 0.22 and -0.03 of B/C. It is demonstrated that the support of the higuerilla with three branches provides better sustainability and increases the production of the bean; the association bean and higuerilla makes greater profitability and greater economic benefits possible for the inhabitants of the studied areas.

KEYWORDS: Crop, support, treatment, branches, Amazon.

INTRODUCCIÓN

El rendimiento del frejol y el maíz en monocultivo está determinado por el genotipo y el ambiente, sin embargo, la siembra asociada de estos cultivos puede incrementar la producción por unidad de área (Delgado *et al.*, 2014). El frejol, además puede asociarse con el girasol aprovechando sus tallos como espalderas (soporte) durante su crecimiento y desarrollo, en algunos casos se emplea soporte de madera con malla de plástico, pero esta práctica incrementa su costo de producción (Díaz-López *et al.*, 2010; Apáez-Barrios *et al.*, 2011; Delgado *et al.*, 2014). En la región San Martín, en la provincia de Lamas, se encuentran las comunidades nativas de Alto Shamboyacu y Chunchiwi, donde se fomentan en forma asociativa y de subsistencia los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Huasca Poroto, las mayores limitantes de la asociación maíz-frejol, están interrelacionadas por las interacciones que se producen en la competencia por la luz, nutrientes, agua y espacio entre ambas plantas, que llegan a disminuir los rendimientos, cuyas investigaciones han sido reportados por Araujo *et al.* (1986); Davis & García (1987); Díaz *et al.* (1988); Rivera (1990).

Evaluaciones del crecimiento y desarrollo del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Huasca Poroto usando el sistema de espaldera, reportan promedios de altura de planta de 1,98 m (Goigochea, 2015); 1,89 m (Ruíz, 2015) y 2,11 m (Mejía, 2015). Mientras, Vega (2000) evaluó la altura de planta del cultivo de frejol con cuatro tipos de soportes, obteniendo resultados con soporte de tutor individual de 193,60 cm, con soporte de colgado 165,72 cm, con soporte de maíz 159,85 cm y soporte de espalderas 120,03 cm. Siendo la producción del número de semillas por vaina más alta con soporte de tutor individual

(7,44 semillas por vaina), seguido del soporte colgado (7,05 semillas por vaina) y el soporte de maíz (6,71 semillas por vaina).

El mayor crecimiento del dosel vegetativo proporciona mayor interceptación de luz, lo cual incrementa la fotosíntesis y la producción de biomasa (Escalante-Estrada & Kohashi-Shibata, 1993; Escalante-Estrada, 1999). Durante el crecimiento y desarrollo de los cultivos del frejol asociado con el maíz, las estructuras vegetativas que componen los vástagos, así como las hojas, desempeñan un papel importante como fuentes de fotosintatos, mientras que las vainas y semillas actúan como órganos de demanda y el número de vainas por planta se constituye en un componente del rendimiento (D'souza & Coulson, 1988; Lépiz *et al.*, 2010). Vega (2000), obtuvo la mayor producción del frejol con el uso del soporte de tutor individual (caña brava) con 1454,13 kg/ha⁻¹ de grano seco; sin embargo, usando como soporte el cultivo de maíz, obtuvo 720 kg/ha⁻¹. PRATEC (1997), informa que en los Andes Amazónicos, la siembra de media hectárea de frejol Huasca produce un rendimiento de 400 kg.

Varios estudios de soporte del frejol frecuentemente están orientados a los espalderes convencionales como soporte de madera y malla de plástico, otros en asociación del maíz y el girasol (Díaz-López, *et al.*, 2006; Apáez-Barrios *et al.*, 2011; Delgado *et al.*, 2014). Siendo el presente estudio pionero en la Amazonía peruana cuyo objetivo fue evaluar el soporte de las ramas de la higuerilla (*Ricinus communis* L.) en el rendimiento del frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Huasca Poroto en las comunidades nativas de Alto Shamboyacu y Chunchiwi, región San Martín, con el propósito de proporcionarle mejor sostenibilidad al cultivo e incrementar su producción que permita tener mayores beneficios económicos al poblador de la zona.

MATERIAL Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio fue desarrollado desde noviembre del 2017 hasta agosto del 2018, en las comunidades del Alto Shamboyacu y Chunchiwi. Ambas comunidades nativas pertenecen al distrito de San Roque de Cumbaza, provincia de Lamas, región San Martín (Perú). Las dos comunidades presentan iguales condiciones climáticas con temperatura media de 23,16°C, Humedad relativa (HR) 89,8 % y una precipitación total mensual de 683,6 mm (SENAMHI, 2018). La comunidad nativa de Alto Shamboyacu, se encuentra ubicado entre una zona de vida de bosque seco tropical (bs-T) a bosque húmedo premontano tropical (bs-T a bh-PT) y la comunidad nativa de Chunchiwi en una zona de vida de bosque húmedo premontano tropical (bh-PT) (Holdridge, 1987).

DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación fue de tipo experimental, evaluándose cuatro tratamientos empleando un diseño estadístico en bloques al azar con tres repeticiones, en cada localidad se evaluaron 36 plantas por tratamiento, totalizando 12 unidades experimentales, con una muestra de 144 plantas, generando un total de entre las dos localidades 72 plantas evaluadas, con un total de 24 unidades experimentales y una muestra de 288 plantas por todo el experimento. Los tratamientos estudiados fueron: T0 (Frejol con maíz), T1 (Todas las ramas de higuerilla con frejol), T2 (Higuerilla podada y la formación de dos ramas de higuerilla con frejol), T3 (Higuerilla podada y la formación de tres ramas de higuerilla con frejol).

MANEJO AGRONÓMICO

En las zonas seleccionadas se inició con la preparación del terreno, mullido y parcelado, luego se procedió a sembrar tres semillas de higuerilla por golpe a 3 o 4 cm de profundidad,

con distanciamientos de 3 m entre hileras y 1,5 m entre plantas, dejando solo la mejor planta como tutor. Luego de 3 meses y medio de siembra la higuerilla se inició la siembra del frejol realizando tres golpes (hoyos) alrededor de cada tutor (higuerilla), en cada hoyo se sembró dos semillas de frejol a una profundidad de 3-4 cm y a 20 cm de distancia en dirección de las ramas que previamente han sido manejadas para los tratamientos correspondientes, se hizo el desahije, dejando la mejor planta en cada golpe, totalizando tres plantas de frejol por cada tutor (higuerilla). Para el caso del testigo (T0) se sembró el maíz utilizando tres semillas por golpe (hoyo) con un distanciamiento de 1 m entre hileras y 0,8 m entre plantas. Luego de su desarrollo se seleccionó a la mejor planta y se eliminó al resto. Después de un mes de crecimiento del maíz se procedió a la siembra del frejol. Se realizó el control fitosanitario preventivo, utilizando el insecticida Tifón aplicado alrededor de la planta de frejol para evitar el ataque de insectos cortadores o masticadores a dosis de 25 kg/ha⁻¹ y para efecto de fertilización del suelo, se aplicó 4 t.ha⁻¹ de compost de escobajo de palma, homogéneamente para todos los tratamientos, con la finalidad de obtener una mayor mineralización de la materia orgánica y disminuir la acidez del suelo; pasado los 60 días después de la siembra de la higuerilla, se hizo un corte transversal a 50 cm de altura, del cual brotaron las ramas de crecimiento y de acuerdo a los tratamientos en estudio se dejó dos ramas (T2), tres ramas (T3) y para uno de los tratamientos no se hizo ningún corte (T1). Luego de transcurrir un mes, los chupones iniciaron su brotamiento, estos fueron seleccionados y podados equidistantemente, dejando 2 y 3 brotes de acuerdo a los tratamientos T2 y T3, respectivamente, para el T1 no se hizo ningún corte, llegando a tener entre 4 a 6 ramas por planta de higuerilla. Para favorecer mayor ventilación y la entrada de la luz solar se retiraron

Tabla 1. Características físico-químicas del suelo antes de realizar la siembra en la comunidad de Alto Shamboyacu y Chunchiwi, región San Martín, Perú.

Localidad	Textura	Ph	M.O	N	P	K
Alto Shamboyacu	Franco - Arcilloso - Arenoso	4,36	2,0	0,1	3,56	52,3
Chunchiwi	Franco - Arcilloso - Arenoso	5,4	1,96	0,1	5,36	74,23

Fuente: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliar de la FCA-UNSM-T (2017).

constantemente las hojas y solo se dejó tres hojas por planta de higuerilla. Al cabo de los 15 días posterior a la siembra del frejol, se direccionó su crecimiento hacia la parte terminal de la higuerilla (soporte) y se sujetó con una soga de rafia. Para el T1, se guió las tres plantas de frejol al tallo principal de la higuerilla, para el T2 se estableció dos plantas de frejol en una rama de higuerilla y la tercera planta de frejol en la otra rama. Para el T3 se distribuyó una planta de frejol por cada rama de higuerilla. En caso de la parcela testigo (maíz), se dejó tres plantas de frejol por planta de maíz, después de los 4 meses de la siembra el frejol alcanzó su madurez fisiológica, el 90% de las vainas cambiaron de color, las hojas tenían un color amarillo (senilidad) y se desprendían para caerse en el suelo, en esos momentos se procedió a su cosecha en ambas comunidades.

Las características físico-químicas del suelo reporta mejores valores en la comunidad de Chunchiwi, el suelo presenta un pH menos ácido y mayor contenido de N, F y K que la comunidad de Alto Sahmboyacu (Tabla 1).

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

Las características agronómicas evaluadas fueron:

Número de hojas por planta. Se contabilizaron las hojas de 36 plantas por cada tratamiento antes de empezar la cosecha.

Área foliar (cm²). Se multiplicó la longitud medida en centímetros en el envés del foliolo central, desde el punto de inserción de la lámina foliar en el peciolo, hasta el ápice del foliolo; por la

anchura de hoja: evaluada sobre el mismo foliolo, correspondiente a la distancia que va de borde a borde en el punto donde el foliolo central es más amplio; por un factor de corrección estimado en 0,75.

Altura de planta (m). Se evaluaron las alturas desde la superficie del suelo hasta el ápice terminal de la planta, al momento de la cosecha. La evaluación plantas por parcela de cada tratamiento, tomando como referencia el tallo visible (nivel del suelo) y la yema terminal.

Número de vainas por planta. Se valoraron el número de vainas de 36 plantas por cada tratamiento e hicieron las comparaciones respectivas con todos los tratamientos.

Número de semillas por vaina. Se contabilizó el número de semillas de las vainas de las 36 plantas por tratamiento.

Longitud de vaina (cm). Se evaluó midiendo con una regla la longitud de las 36 plantas de cada tratamiento de las vainas cosechadas.

Rendimiento (kg/ha⁻¹). El rendimiento se obtuvo evaluando el total de las cosechas por cada tratamiento. Los rendimientos están expresados en kg/ha⁻¹.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se desarrolló un análisis de varianza con un nivel de significancia de $p < 0,05$ probabilidad de error para determinar la naturaleza de las diferencias entre los tratamientos (Padron, 1996); previo para el análisis de varianza se sometieron los datos a la evaluación del supuesto de normalidad

utilizándose la dócima de Shapiro Wilk (Font *et al.*, 2007) y para el supuesto de homogeneidad de varianza se utilizó la dócima de Levene (Herrera, 2012), cumpliendo los dos supuestos. Previo al análisis de varianza, los datos de las variables número de hojas por planta, número de vainas por planta, número de semillas por vaina fue transformado a \sqrt{X} por originarse de conteo (Padron, 1996). Finalmente los datos fueron sometidos a la prueba Duncan con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Se almacenaron y analizaron los datos en el software SPSS v. 20.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis económico se calculó los indicadores beneficio bruto (BB), beneficio neto (BN) y el beneficio costo (B/C); estos indicadores tienen las siguientes fórmulas: $BB = RT \times P$, donde: RT es el rendimiento total de grano (kg), P es el precio de cada unidad de producción (kg); $BN = BB - CP$, donde: BB es el beneficio bruto, CP son los costos de producción; $B/C = (BN/CP) \times 100$, donde: BN es el beneficio neto y CP son los costos de producción.

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y RENDIMIENTO

Para la comunidad nativa Alto Shamboyacu, el soporte de higuerilla muestra significancia estadística ($p < 0,05$), la prueba de rangos múltiples de Duncan muestra el número de hojas por planta, el tratamiento T3 con 162,39 hojas y el T2 con 160,36 hojas por planta alcanzaron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí y superaron estadísticamente a los tratamientos T1 y T0, quienes alcanzaron promedios de 133,48 hojas y 144,56 hojas por planta, respectivamente. Respecto al área foliar, el T3 alcanzó el mayor promedio con 130,92 cm², el

cual superó estadísticamente a los tratamientos T2, T1 y T0, quienes alcanzaron promedios de 91,06 cm²; 64,33 cm² y 74,84 cm² por planta, respectivamente (Figura 1). Referente al número de hojas por planta y el área foliar, para el caso de la comunidad Chunchiwi la prueba de rangos múltiples de Duncan revela que existió diferencias significativas entre los promedios de tratamientos, tanto así, que respecto al número de hojas por planta, los tratamientos T3 con 129,88 hojas y el T2 con 126,11 hojas por planta alcanzaron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí y superando estadísticamente a los tratamientos T1 y T0, quienes obtuvieron promedios de 106,77 hojas y 115,63 hojas por planta, respectivamente y en cuanto al área foliar, con el T3, se alcanzó el mayor promedio con 104,73 cm², el cual superó estadísticamente a los tratamientos T2, T1 y T0, quienes alcanzaron promedios de 72,85 cm²; 51,47 cm² y 59,87 cm² por planta, respectivamente (Figura 2).

Referente a la altura de planta, la prueba de rangos múltiples de Duncan muestra diferencias significativas entre los promedios de tratamientos para ambas zonas. En Chunchiwi, con el T2 se obtuvo el mayor promedio con 1,85 m de altura de planta, el cual superó estadísticamente a los tratamientos T3, T1 y T0 quienes alcanzaron promedios de 1,72 m, 1,59 m y 1,42 m de altura de planta, respectivamente, y visiblemente inferiores hasta un 20% a los promedios obtenidos en Alto Shamboyacu, donde se registró 2,31 m de altura de planta con el T3 superando estadísticamente a los tratamientos T2, T1 y T0 quienes alcanzaron promedios de 2,15 m, 1,98 m y 1,78 m de altura de planta, respectivamente (Figura 3).

Respecto a los promedios del número de vainas por planta el T3 alcanzó el mayor promedio con 45,34 vainas por planta, superando estadísticamente a los tratamientos T2, T1 y T0, quienes alcanzaron promedios de 41,65 vainas, 36,32 vainas y 28,33 vainas por planta,

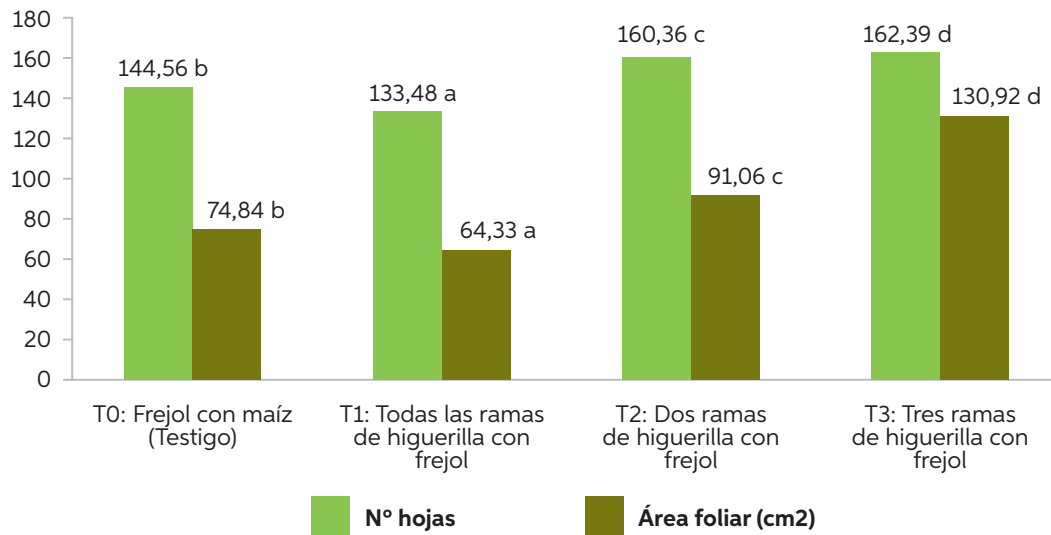


Figura 1. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del número de hojas por planta y área foliar (cm²) por tratamiento para Alto Shamboyacu, región San Martín, Perú.

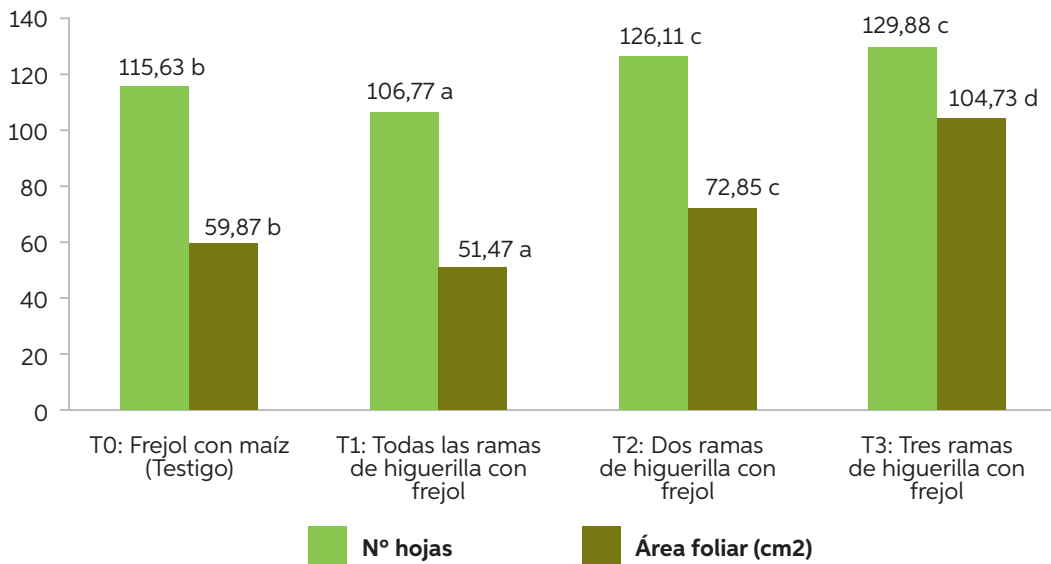


Figura 2. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del número de hojas por planta y área foliar (cm²) por tratamiento para Chunchiwi, región San Martín, Perú.

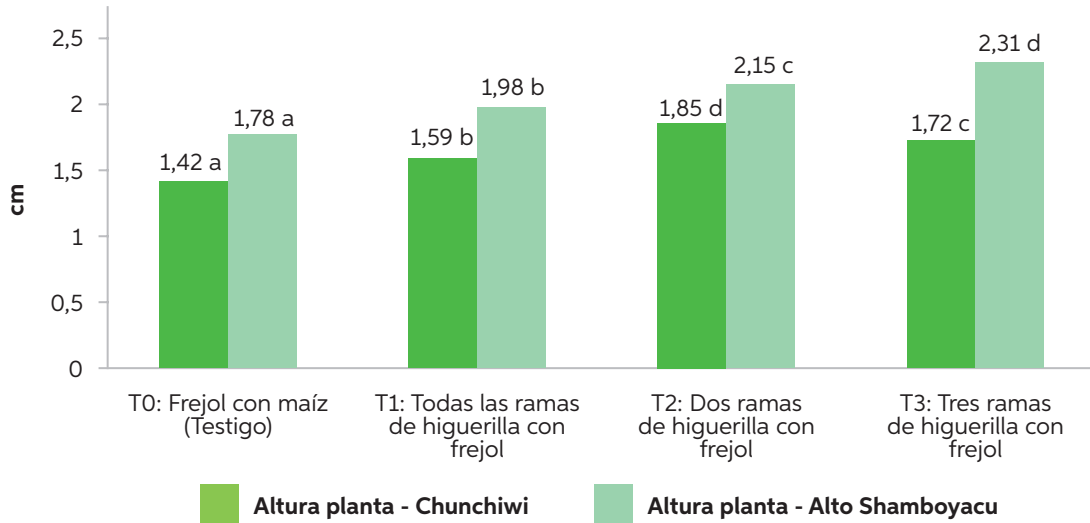


Figura 3. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de la altura de planta (m) por tratamientos en Chunchiwi y Alto Shamboyacu, región San Martín, Perú.

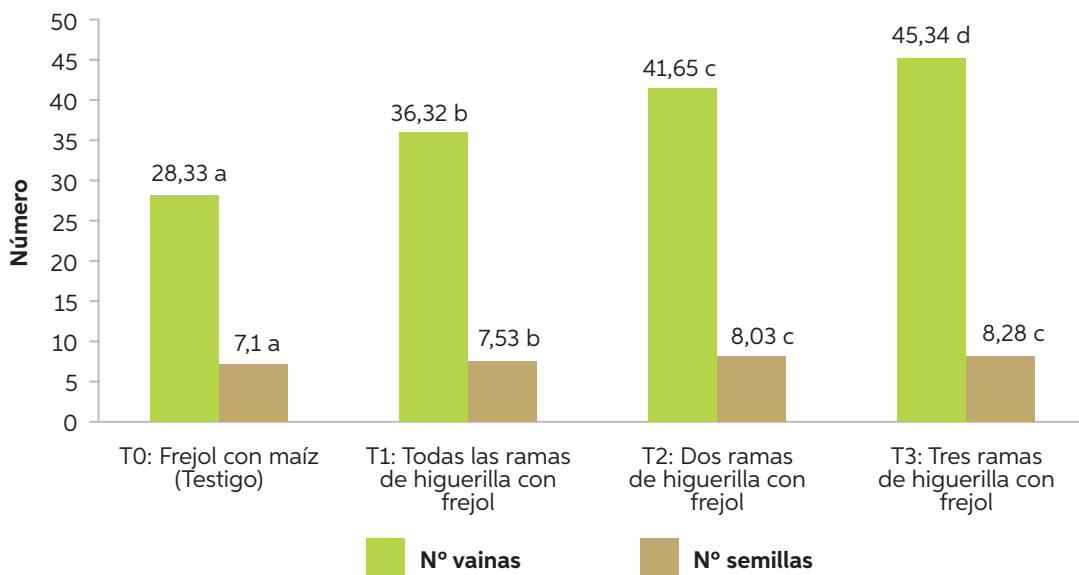


Figura 4. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del número de vainas por planta y número de semillas por planta por tratamiento en Alto Shamboyacu, región San Martín, Perú.

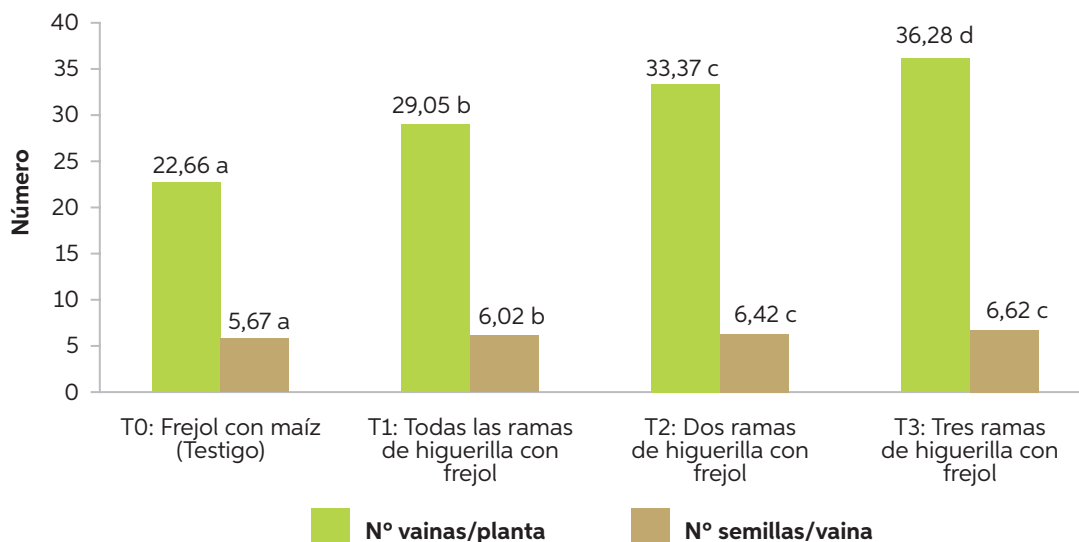


Figura 5. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del número de vainas por planta y número de semillas por planta por tratamiento en Chunchiwi, región San Martín, Perú.

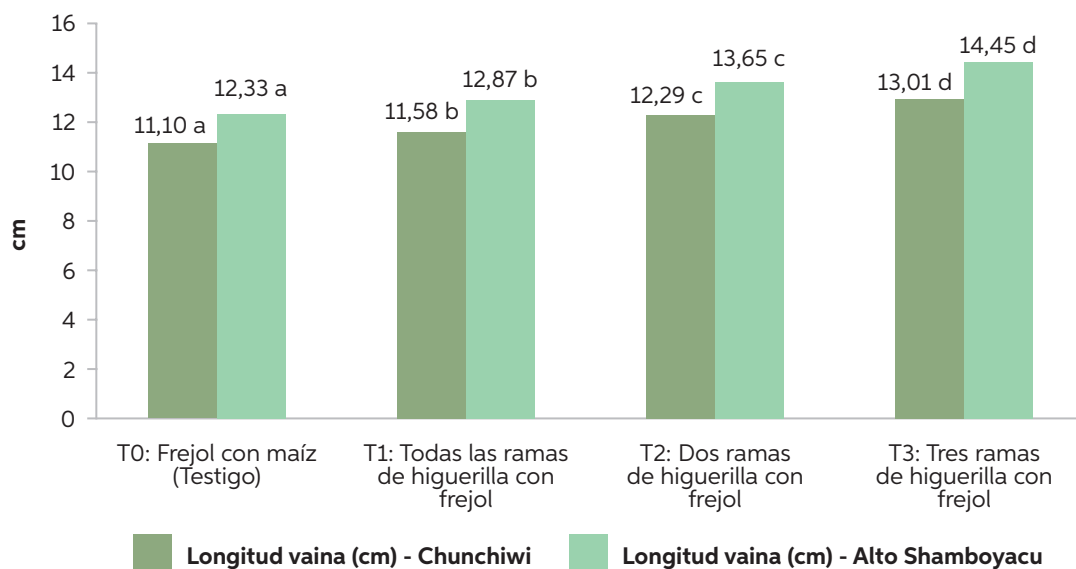


Figura 6. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de la longitud de vaina por tratamiento para Chunchiwi y Alto Shamboyacu, región San Martín, Perú.

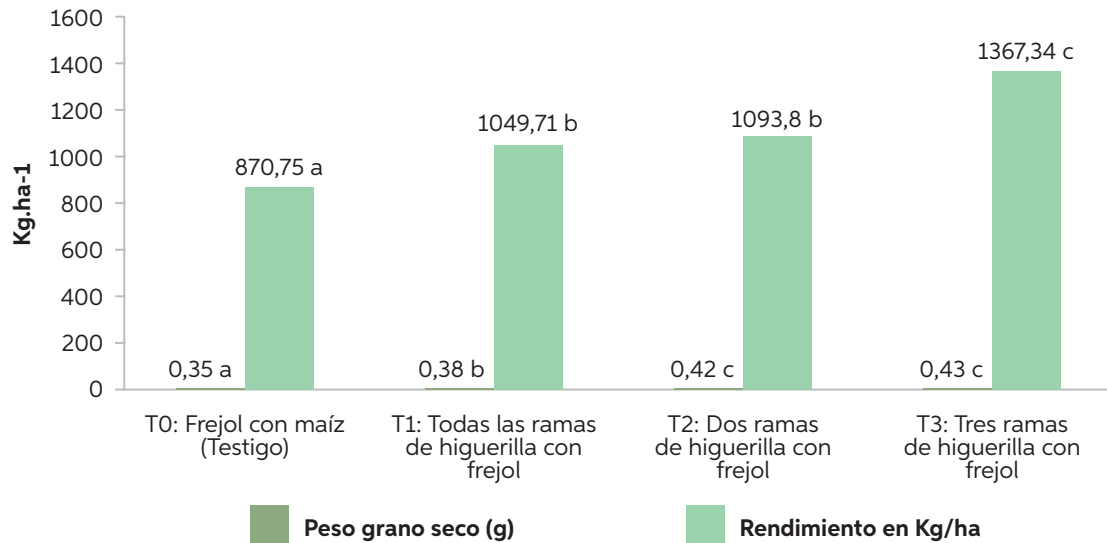


Figura 7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y promedios de peso de grano seco (g) por tratamiento para Chunchiwi, región San Martín, Perú.

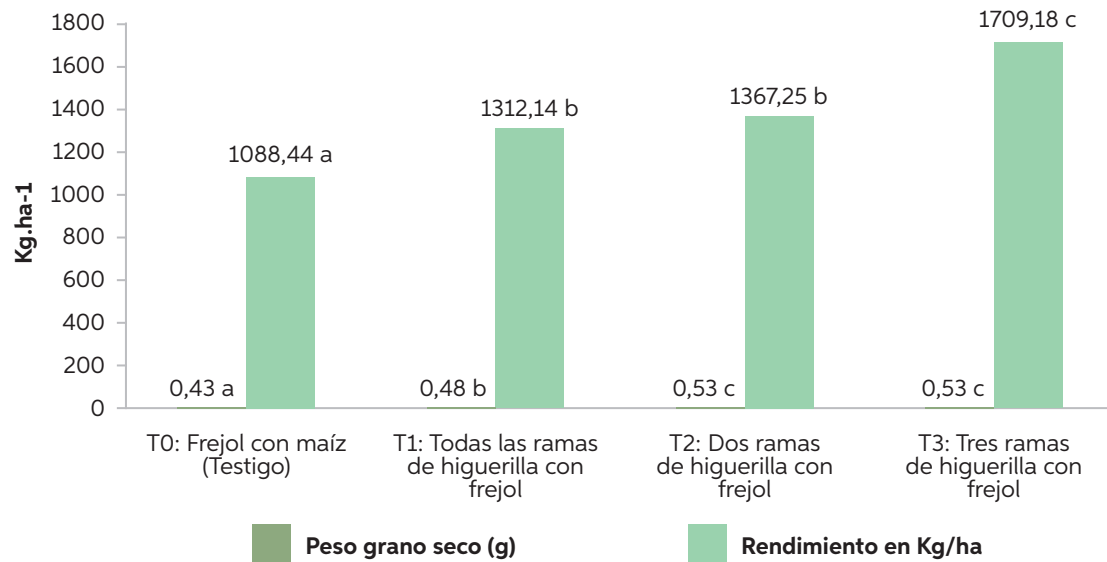


Figura 8. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y promedios de peso de grano seco (g) por tratamiento para Alto Shamboyacu, región San Martín, Perú.

respectivamente. Mientras el número de semillas por vaina, los mayores promedios alcanzaron con el tratamiento T3 con 8,28 semillas y el T2 con 8,03 semillas por vaina estadísticamente iguales entre sí, superando a los tratamientos T1 y T0, quienes alcanzaron promedios de 7,53 semillas y 7,1 semillas por vaina, respectivamente (Figura 4). En Chunchiwi la prueba de rangos múltiples de Duncan indica que el T3, alcanzó el mayor promedio con 36,28 vainas por planta, superando estadísticamente a los tratamientos T2 (33,37 vainas por planta), T1 (29,05 vainas) y T0 (22,66 vainas). En relación al número de semillas por planta, el T3 con 6,62 semillas por vaina, T2 con 6,42 semillas por vaina y T1 con 6,02 semillas por vaina indican que estadísticamente son iguales entre sí, superando estadísticamente al T0 que registra 5,67 semillas por vaina (Figura 5).

Acerca de la longitud de la vaina, la prueba de rangos múltiples de Duncan muestra la existencia de diferencias significativas entre los promedios de tratamientos en ambas comunidades. En Chunchiwi, el T3 alcanzó el mayor promedio con 13,01 cm de longitud de la vaina, superando estadísticamente a los tratamientos T2, T1 y T0, quienes alcanzaron promedios de 12,29 cm, 11,58 cm y 11,10 cm de longitud de la vaina, respectivamente. Estos valores son inferiores hasta un 20% en comparación con los promedios obtenidos en el Alto Shamboyacu, donde el T3 alcanzó el mayor promedio con 14,45 cm de longitud de la vaina, el cual superó estadísticamente a los tratamientos T2, T1 y T0, quienes alcanzaron promedios de 13,65 cm, 12,87 cm y 12,33 cm de longitud de la vaina, respectivamente (Figura 6).

Para la Comunidad de Chunchiwi los análisis con respecto al peso del grano, la prueba de rangos múltiples de Duncan, nos revela que los tratamientos T2 y T3 obtuvieron los mayores promedios con 0,42 g y 0,43 g, estadísticamente

iguales entre sí y superando a los T1 y T0, con promedios de 0,38 g y 0,35 g, respectivamente y en relación al rendimiento, con el T3 se alcanzó el mayor promedio con 1367,34 kg/ha⁻¹, la que superó estadísticamente a los tratamientos T2, T1 y T0, quienes alcanzaron promedios de 1 093,8 kg/ha⁻¹, 1 049,71 kg/ha⁻¹ y 870,75 kg/ha⁻¹ de rendimiento, respectivamente (Figura 7). En cambio para la comunidad Alto Shamboyacu la prueba de rangos múltiples de Duncan nos revela que existió diferencias significativas entre los promedios de tratamientos, tanto así, que respecto al peso de grano seco (g), los tratamientos el T2 con 0,53 g y el T3 con 0,53 g, alcanzaron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí, superando estadísticamente a los tratamientos T1 y T0, con quienes se alcanzaron promedios de 0,48 g y 0,43 g de peso de grano seco, respectivamente y respecto al rendimiento, con el T3 se alcanzó el mayor promedio con 1 709,18 kg/ha⁻¹, el cual superó estadísticamente a los tratamientos T2, T1 y T0, quienes alcanzaron promedios de 1 367,25 kg/ha⁻¹, 1 312,14 kg/ha⁻¹ y 1 088,44 kg/ha⁻¹ de rendimiento, respectivamente (Figura 8).

ANÁLISIS ECONÓMICO

En la comunidad nativa de Alto Shamboyacu, se aprecia que el tratamiento T3, generó mayor ganancia con un valor B/C de 0,22, indicando que por cada S/ 1,00 invertido se obtiene 0,22 soles de ganancia y un beneficio neto de S/ 1039,28 nuevos soles, seguido del tratamiento T1, que obtuvo un beneficio neto de S/ 1,11 nuevos soles; los demás tratamientos obtuvieron B/C negativos (Tabla 2), contrariamente en la comunidad nativa de Chunchiwi, se aprecia que todos los tratamientos tuvieron un B/C negativo, producto de las intensas lluvias registradas y por la inherencia de las hormigas que afectaron el rendimiento (Tabla 3).

Tabla 2. Análisis económico de resultados en la Comunidad Nativa de Chunchiwi, región San Martín, Perú.

Tratamientos	Rdto (t.ha ⁻¹)	Costo de producción (S/)	Precio de venta x T (S/)	Beneficio bruto (S/)	Beneficio neto (S/.)	B/C
T0 (Testigo) frejol-maíz	870,75 (frijol) 1040,00 (maíz)	4937,48	3,40 (frijol) 0,90 (maíz)	3896,55	-1040,93	-0,21
T1 (frejol con todas las ramas de higuerilla)	1049,71	4460,17	3,40	3569,01	-891,16	-0,19
T2 (frejol con dos ramas de higuerilla)	1093,80	4744,58	3,40	3718,92	-1025,66	-0,22
T3 (frejol con tres ramas de higuerilla)	1367,34	4771,93	3,40	4648,96	-122,97	-0,03

Tabla 3. Análisis económico de resultados en la Comunidad Nativa de Alto Shamboyacu, región San Martín, Perú.

Tratamientos	Rdto (t.ha ⁻¹)	Costo de producción (S/)	Precio de venta x T (S/)	Beneficio bruto (S/)	Beneficio neto (S/)	B/C
T0 (Testigo) frejol-maíz	1088,44 (frijol) 1300,00 (maíz)	4937,48	3,40 (frijol) 0,90 (maíz)	4870,69	-106,79	-0,02
T1 (frejol con todas las ramas de higuerilla)	1312,14	4460,17	3,40	4461,28	1,11	0,00
T2 (frejol con dos ramas de higuerilla)	1367,25	4744,58	3,40	4648,65	-95,93	-0,02
T3 (frejol con tres ramas de higuerilla)	1709,18	4771,93	3,40	5811,21	1039,28	0,22

DISCUSIÓN

Los mayores promedios obtenidos en el número de hojas y en el área foliar del cultivo de frejol en la comunidad nativa de Alto Shamboyacu, estuvieron influenciadas por la formación y manejo de las tres ramas emergidas del cultivo de la higuerilla (T3), desarrollándose homogéneamente (50 cm entre ramas, aproximadamente), dando un mayor soporte para trepar y su mejor crecimiento de la planta del frejol. La gestión de las podas realizadas a las hojas de las ramas de la higuerilla (tres hojas por rama), permitió más entrada de luz y aireación a las partes bajas del cultivo del frejol, y aunado a las condiciones climáticas (SENAMHI, 2018) y el compost de escobajo de palma, aplicado al suelo (ICT, 2017), facilitaron mayor actividad fotosintética y por consiguiente produjo más sinergismo en la formación y desarrollo de las hojas y del área foliar de las plantas (D'souza & Coulson, 1988). De la misma manera en la comunidad nativa de Chunchiwi, tanto el número de hojas, como del área foliar en el tratamiento 3 se obtuvo mayores promedios comparado a los demás tratamientos estudiados. Las tres ramas de higuerilla formadas crecieron y desarrollaron sin ninguna limitación para facilitar mayor sostenibilidad; pero debido a las altas precipitaciones registradas in situ, al efecto de *Atta cephalotes* 'hormigas cortadoras de hojas' y a la condición de ser una zona de vida de bosque húmedo premontano tropical (bh-PT) (Holdridge, 1987), los promedios disminuyeron sustancialmente, las plantas de frejol fueron más sensibles al exceso de precipitación y humedad del suelo (Espinoza, 1987; Chiappe, 1992; Meneses *et al.*, 1996). Los resultados obtenidos en el tratamiento 0, para ambas comunidades, las hojas superiores y el área foliar del cultivo del frejol, recibieron más luz en comparación con las hojas inferiores y el área foliar formada; trayendo como consecuencia variabilidad en

la producción de la performance fotosintética (White *et al.*, 1988). En la comunidad nativa de Alto Shamboyacu, los mayores promedios obtenidos en la altura de planta para el cultivo de frejol, distribuidas y sostenidas en el tratamiento 0, permitió que éstas se desarrollen libremente sin que se entrelacen entre sí, fomentando mayor dinamismo y facilidad de trepar y crecer, el mismo que puede ser influenciado por la disponibilidad de los nutrientes del suelo, de las precipitaciones pluviales acontecidas (SENAMHI, 2018) y de la luz absorbida, capitalizándose en obtener incremento en el crecimiento indeterminado del cultivo de frejol, el mejor crecimiento obtuvo mayor masa vegetal y homogénea (Escalante-Estrada, 1999). Se prevé que la mayor masa vegetal formada, mayor fue la absorción de la energía luminosa por las hojas de las plantas de frejol, permitiendo mayor aprovechamiento y conversión de la energía luminosa en energía química, produciéndose incrementos en la producción de la fotosíntesis, traduciéndose este efecto en la obtención de una mayor altura de planta. Esta apreciación se asemeja a los manifiestos de Escalante-Estrada (1999) y Kohashi (1981), quienes indican que el mayor crecimiento del dosel vegetativo, genera mayor intercepción de la luz, lo cual incrementa la fotosíntesis y producción de biomasa y por consiguiente el crecimiento y desarrollo del cultivo. Sin embargo, en la localidad de Chunchiwi, las plantas de frejol del tratamiento 3, registraron menor promedio de altura de planta, atribuyéndose al exceso de precipitación registrada in situ (SENAMHI, 2018). Kohashi (1981), reporta que el crecimiento del frejol puede alcanzar más de 4,0 m, y recomienda una altura máxima de 2,20 m. Las alturas obtenidas en los tratamientos T2 y T3 reportaron alturas semejantes a lo obtenido por Escalante-Estrada & Kohashi-Shibata, J. 1982. Otros investigadores como Goigochea (2015), Ruíz (2015) y Mejía (2015), evaluaron el crecimiento y desarrollo del cultivo de frejol variedad Huasca

Poroto usando el sistema de espaldera, bajo este sistema los mayores promedios obtenidos en el tratamiento 3 tanto en el número de vainas por planta, así como en el número de semillas por vainas en el cultivo de frejol y en ambas comunidades, estuvieron relacionados, porque las plantas de frejol crecieron favorablemente, con más aireación y captación de la energía luminosa, incidiendo en una mayor capacidad para fotosintetizar (Vega, 2000). Además en este tratamiento se obtuvieron los mayores promedios del número de hojas por planta y área foliar, así como la altura de planta. Cada rama de higuerilla formada, cumplió la función de dar mayor soporte, similares resultados también obtuvieron Edje & Mugho (1979), quienes afirman que el número de vainas por planta está influenciado por el tipo de soporte en monocultivo y en asociación. Los resultados obtenidos en el número de vainas por planta y número de semillas por vaina en ambas comunidades fueron mayores a los reportados por Vega (2000), quién evaluó cuatro tipos de soportes y con dos densidades de siembra de frejol obteniendo en los primeros lugares con el soporte de tutor individual 10,84 vainas/planta y 7,44 semillas por vaina, respectivamente. Las plantas de frejol asociadas con el cultivo de maíz (T0) de ambas comunidades, obtuvieron menores promedios en el número de vainas por planta, y el número de semillas por vainas, debido al efecto ejercido entre ambas plantas por la competencia por luz, agua y nutrientes (Vega, 2000 y Araujo *et al.*, 1986). Los mayores resultados obtenidos en la longitud de vaina de las plantas de frejol crecidas en el tratamiento 3 y en ambas comunidades estuvieron relacionados por el efecto sinérgico de las condiciones edafoclimáticas y a la estructura de las tres ramas de higuerillas (T3), facilitando que las plantas de frejol crecieran y desarrollaran con mayor ventilación y menor competencia por luz (Araujo *et al.*, 1986; Davis & García, 1987), repercutiendo en un mayor crecimiento

longitudinal de las vainas y su relación directa con el rendimiento. Los mayores promedios de longitud de vaina, obtenidos en el tratamiento 3 y en ambas comunidades (13,01 y 14,45 cm.), difieren con los resultados obtenidos por Vega (2000), quién obtuvo una longitud de vaina de 9,84 cm, utilizando como soporte individual Caña brava.

El mayor promedio obtenido en peso de grano seco (g) y rendimiento de grano (kg/ha^{-1}) en el tratamiento 3 y en ambas localidades, estuvieron relacionados, porque en este tratamiento las tres ramas formadas, cumplieron su función de tutorado y fueron bases fundamentales para el sostenimiento de las plantas de frejol, obteniendo mayor facilidad de treparse, y aumentar la masa vegetal (Escalante-Estrada & Kohashi-Shibata, 1982; Araujo *et al.*, 1986; Davis & García, 1987; Escalante-Estrada, 1999). Sin embargo, el promedio de rendimiento de grano del cultivo de frejol crecidas en el tratamiento 3 en la comunidad de Chunchiwi, disminuyó en un 20 % comparativamente con la comunidad de Alto Shamboyacu, el cual fue atribuido a la incidencia del efecto del exceso de lluvias registrado in situ y por la incidencia de hormigas, repercutiendo en un exceso de humedad del suelo y su inherencia en la fenología y floración, cuyo efecto se viabilizó en la disminución del rendimiento (Chiappe, 1992). Los resultados obtenidos en el rendimiento de grano de frejol en Alto Shamboyacu superan a los obtenidos por Vega (2000) en un 14.92%, quien evaluó el efecto del soporte de tutor individual (Caña brava) con el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad "Huallaguino" obteniendo $1454,13 \text{ kg/ha}^{-1}$ de rendimiento de grano. Sin embargo, los rendimientos de grano con tutor individual (Caña brava), llevados a cabo por Vega (2000), superaron en un 5.96% a los rendimientos obtenidos en la localidad de Chunchiwi. Davis & García (1987) y Araujo *et al.* (1986), argumentan que el menor rendimiento de grano de frejol

obtenido en asociación con el cultivo de maíz, se debe al efecto de competencia de luz, nutrientes y agua (CIAT, 1980; Araujo *et al.* 1986; Davis & García, 1987; Díaz *et al.* 1988; Rivera, 1990; Stern, 1993; Vega, 2000). La disminución de los rendimientos de grano seco y del rendimiento expresado en kg/ha⁻¹ para la comunidad de Chunchiwi, estuvo relacionada por la mayor intensidad de lluvias ocurridas in situ y por la presencia de hormigas cortadoras de hojas y de estar cerca de la cordillera Escalera, repercutiendo principalmente en la etapa de la floración, al parecer en esta etapa no se registró una adecuada polinización y fertilización, debido a la caída de flores, de hojas, repercutiendo el hábitat y nicho ecológico del cultivo y por consiguiente en la disminución del rendimiento del cultivo, y su efecto en la seguridad alimentaria de la población (Cruz, 1996; Stern, 1978). Los indicadores evaluados en ambas comunidades reportaron, mejores respuestas en el T3, siendo mayores los resultados en la comunidad de Alto Shamboyacu en comparación con los resultados de la comunidad nativa de Chunchiwi, en donde se registraron mayores incidencias de precipitaciones pluviales, afectando la floración y por consiguiente la cosecha. Los resultados obtenidos demuestran que la asociación frejol-higuerilla (con tres ramas), es una alternativa viable para el crecimiento indeterminado del cultivo de frejol, variedad Huasca Poroto y se debe de promover con la finalidad de mejorar el rendimiento del grano y garantizar la seguridad alimentaria en las comunidades indígenas de Alto Shamboyacu y Chunchiwi y por consiguiente de la región San Martín.

CONCLUSIONES

El manejo de poda empleado en el tratamiento 3 (Higuerilla podada y la formación de tres ramas de higuerilla con frejol variedad Huasca Poroto)

fue el mejor, alcanzando el mayor rendimiento de grano con 1709,18 kg/ha⁻¹ y beneficio costo de 0,22 de B/C. La disminución del rendimiento de grano y B/C en la comunidad nativa de Chunchiwi, estuvo relacionado por la incidencia de altas precipitaciones pluviales.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue financiado con presupuesto de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, a través del proyecto de investigación "Innovación Tecnológica en la producción de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad Huasca Poroto con soporte de higuerilla (*Ricinus communis*) para el fortalecimiento de los medios de vida rurales en la seguridad alimentaria y adaptación a los efectos negativos del cambio climático". Los autores agradecen a Guillermo Vásquez Ramírez, Asensio Salas Salas, Cesar Chapa Santa María y a Jorge Luis Peláez, Rivera por su apoyo durante el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apáez, P.; Escalante, A.; Rodríguez, M. 2011. Crecimiento y rendimiento del frijol chino en función del tipo de espaldera y clima. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13: 307-315.
- Araujo, G.; Fontes, L.; López, N.; Galvao, J. 1986. Producción y componentes de la producción en sistemas de cultivos asociados y exclusivos de maíz y frijoles. *Resúmenes Analíticos Sobre el Frijol (Phaseolus vulgaris L.) CIAT*, 13(2): 42-43.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1980. *Informe Anual 1979*. CIAT. Cali, Colombia. 47pp.
- Chiappe, V. 1992. *Evaluación del potencial agrícola de la costa central. Una propuesta para*

- incrementar la frontera de producción agrícola del frijol.* Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 82pp.
- Cruz, C. 1966. Estudio de floración de 3 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en cinco localidades de Sierra Ecuatoriana. Tesis de pre-grado, Universidad Central de Ecuador, Quito, Ecuador. 93pp.
- Davis, J.; García, S. 1987. Efectos del arreglo y densidad de plantas en frijol y maíz en asociación. *Resúmenes Analíticos Sobre el Frijol (P. vulgaris L.) CIAT*, 16(2): 44.
- Delgado Martínez, R.; Escalante Estrada, J.; Díaz Ruíz, R.; Trinidad Santos, A.; Morales Rosales, E.J.; Sosa Montes, E. 2014. Defoliación en maíz y su efecto sobre el rendimiento de frijol-maíz en asociación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(6): 1015-1027.
- Díaz-López, E.; Escalante Estrada, J.; Rodríguez-González, M.; Gaytán-Acuña, M. 2010. Producción de frijol ejotero en función del tipo de espaldera. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 16(3): 215-221.
- Díaz, C.; Rivera, J.; Ríos, M. 1988. Efecto de la competencia en el sistema de la siembra maíz/frejol. En: *13ª Reunión de Maiceros de la Zona Andina*, INIAA, Chiclayo, Perú, 12pp.
- D'souza, H.A.; Coulson, C.L. 1988. Dry matter and its partitioning in two cultivars of *Phaseolus vulgaris* under different watering regimes. *Tropical Agriculture*, 65(12): 179-181.
- Edje, O.; Mugho, L. 1979. Response of indeterminate dry beans to trellis height. *Malawi Journal of Science*, 3: 24-29.
- Escalante-Estrada, J.A.; Kohashi-Shibata, J. 1982. Efecto del sombreado artificial sobre algunos parámetros del crecimiento en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agrociencia*, 48: 29-38.
- Escalante-Estrada, J.A.; Kohashi-Shibata, J. 1993. *El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos.* Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 84pp.
- Escalante-Estrada, J.A. 1999. Área foliar, senescencia y rendimiento del girasol de humedad residual en función del nitrógeno. *Terra*, 17(2): 149-157.
- Espinoza, R. 1987. *Efecto de estrés hídrico en las diferentes fases del cultivo de Frijol sobre la morfología y rendimiento.* Tesis de pre-grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 65pp.
- Font, H.; Torres, V.; Herrera, M.; Rodríguez, R. 2007. Cumplimiento de la normalidad y homogeneidad de la varianza en frecuencias de medición acumulada de la variable producción de huevos en gallinas White Leghorn. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41(3): 1-7.
- Goigochea, D. 2015. Efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos eficientes (Ferti EM) en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto en el distrito de Lamas. Tesis de pre-grado, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto. 67pp.
- Herrera, V.M.; Guerra, B.C.; Sarduy G.L.; García, H.Y.; Martínez, C.E. 2012. Diferentes métodos estadísticos para el análisis de variables discretas. Una aplicación en las ciencias agrícolas y técnicas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(1): 58-62.
- Holdridge, L.R. 1987. *Life zone ecology.* Tropical Science Center, San José, Costa Rica. 149pp.
- Instituto de Cultivos Tropicales (ICT). 2017. *Análisis físico-químico de compost de escobajo.* ICT, Tarapoto, Perú. 6pp.
- Kohashi Shibata, J. 1981. Experiencias con espalderas y poda en frijol de guía trasplantado. In: Larque S.A. (Ed.). *Simposium el trasplante de maíz y frijol: Una posibilidad para las zonas agrícolas temporales.* Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. p. 49-56.
- Lépiz, I.; López, J.; Sánchez, J.; Santacruz, F.; Nuño, R.; Rodríguez, E. 2010. Características

- morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33(1): 21-28.
- Meneses, R.; Waaijemberg, H.; Piérola, L. 1996. *Las leguminosas en la agricultura boliviana*. Proyecto Rhizobiología, Cochabamba, Bolivia. 424pp.
- Mejía, J. 2015. *Aplicación de cuatro dosis de materia orgánica (pollaza) en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (Phaseolus Vulgaris) variedad Huasca Poroto en el Distrito de Lamas*. Tesis pre-grado, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. 57pp.
- Padrón, E. 1996. *Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería*. Trillas, México. 215pp.
- PRATEC. 1997. *Caminos andinos de las semillas. Experiencias de los núcleos de vigorización de las chacras andinas en la crianza de la biodiversidad*. PRATEC, Lima, Perú. 265pp.
- Rivera, J. 1990. *Mejoramiento de frijol bajo asociación*. La Selva, Antioquia, Colombia. 28pp.
- Ruíz, E. T. 2015. *Producción comparativa de cuatro densidades de siembras en el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris), variedad Huasca Poroto Huallaguino, empleando el sistema espaldera en la Provincia de Lamas*. Tesis de pre-grado, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. 56pp.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). 2018. *Datos meteorológicos de temperatura media, precipitación total mensual y humedad relativa (%) de los meses de marzo-julio de 2018*. SENAMHI, Tarapoto, Perú. s/p.
- Stern, W.R 1993. Nitrogen fixation and transfer in intercrop systems. *Field Crops Research*. 34(3-4): 335-356. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(93\)90121-3](https://doi.org/10.1016/0378-4290(93)90121-3)
- Vega, D.C.W. 2000. *Cuatro tipos de soportes y dos densidades de siembras en frijol (Phaseolus vulgaris L.) variedad Huallaguino en Tingo María*. Tesis de pre-grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 79pp.
- White, J.; Valencia G.; Carlos A.; Gómez, C. 1988. *Conceptos básicos de la fisiología del frijol*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, 55pp.

Recibido: 14 de setiembre de 2020 **Aceptado para publicación:** 2 de noviembre de 2020