



Selección de ecotipos de rocoto (*Capsicum pubescens*) con alta productividad y grado de picor manejados bajo sistema agroforestal en el distrito de Molinopampa, Amazonas

Selection of rocoto ecotypes (*Capsicum pubescens*) with high productivity and grade of picor handled under the agroforestry system in the district of Molinopampa, Amazonas

Mario Oliva¹ , José Oliva¹, Luis Oliva¹, Cleydy Trauco¹, Joel Carranza¹ 

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo seleccionar ecotipos de rocoto (*Capsicum pubescens*) con alta productividad y grado de picor en frutos manejados bajo sistema agroforestal en el distrito de Molinopampa, Amazonas. Se utilizaron plantones de ocho ecotipos de rocoto (campana, selva central, manzano, punta, gigante, amarillo, rojo y verde), y se instalaron en 3 parcelas experimentales cada una bajo un diseño completo al azar simple. Se evaluó en comportamiento fenológico de las plantas instaladas en términos de inicio de la floración y fructificación, posteriormente se evaluó el número de frutos por planta, peso unitario de frutos y la productividad de frutos en términos de kilogramos por planta; a nivel de laboratorio se realizó el análisis de picor o grado de pungencia en frutos de rocoto. Los resultados indicaron que respecto a la evaluación sobre el inicio de floración y fructificación en plantas favorecieron a los ecotipos selva central, campana y punta alcanzando menor tiempo para iniciar estas etapas fenológicas en el cultivo, en cuanto a la productividad se logró mayor respuesta con los ecotipos selva central, punta y campana, y con respecto al grado de picor en fruto se encontró un mayor nivel de pungencia en el ecotipo campana.

Palabras claves: rocoto, productividad, picor, agroforestal.

ABSTRACT

The objective of this study was to select ecotypes of Rocoto (*Capsicum pubescens*) with high productivity and degree of itch in fruits managed under an agroforestry system in the district of Molinopampa, Amazonas. Saplings of eight rocoto ecotypes (bell, central forest, apple tree, tip, giant, yellow, red and green) were used and were installed in 3 experimental plots each under a simple random design. The phenological behavior of the installed plants was evaluated in terms of the beginning of flowering and fruiting, afterwards the number of fruits per plant, unit weight of fruits and fruit productivity in terms of kilograms per plant was evaluated; At the laboratory level, the analysis of itching or degree of pungency in rocoto fruits was carried out. The results indicated that regarding the evaluation on the beginning of flowering and fructification in plants favorable to the ecotypes of the central jungle, the bell and the tip, reaching less time to initiate these phenological stages in the crop, in terms of productivity, greater response was achieved with the ecotypes jungle central, tip and bell and with respect to the degree of itch in fruit was found a higher level of pungency in the hood ecotype.

Keywords: rocoto, productivity, itching, agroforestry.

¹Asociación de Productores Conservacionistas de Molinopampa (APROCOM). Avenida Libertad N° 734, Chachapoyas, Amazonas, Perú
^{*}Autor de correspondencia. Email: agroliva.123@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Según Aquino (20005), el género *Capsicum*, incluye un promedio de 25 especies y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América, probablemente en el área entre Bolivia y Perú, donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7 000 años, y desde donde se habría diseminado a toda América. Es necesario destacar que existen otras especies del género cuyo fruto también es denominado ají. Estas especies de interés más puntual son *Capsicum chinense*, cuyo cultivar "Habanero" produce el ají más picante que se conoce, *Capsicum frutescens*, cuyo cultivar "Tabasco" es muy usado para la elaboración de salsa picante y pickles, *Capsicum baccatum*, cuyo producto es conocido como ají andino y es ampliamente cultivado en las zonas altiplánicas, y *Capsicum pubescens*, cuyo cultivar "Rocoto" (Manzano y Siete Caldos son sinónimos) es muy apreciado por su sabor y picantes en diversas regiones de América (Gómez *et al.*, 2004).

El Perú es considerado como uno de los países que posee la mayor cantidad de especies de *Capsicum* cultivados, siendo uno de ellos el "rocoto". Esta especie tiene dos tipos conocidos, el "rocoto serrano o de huerta" y el rocoto de Selva o "rocoto de monte" que es el más grande, denominados como ají rocoto o como, rocoto manzano, perón o simplemente rocoto, con el que se prepara el rocoto relleno de Arequipa (Lallana, 2005). La importancia del rocoto radica no solo en la utilización del fruto como especia y hortaliza en la amplia gama de la gastronomía, si no también debido a sus componentes de alcaloides capsaicinoides y carotenoides como compuestos naturales, utilizados tanto en la industria farmacéutica, en medicina, en agricultura entre otros usos. Además como materia prima de nuevos compuesto bioactivos como ingredientes de sabores y aromas naturales (Polar *et al.*, 2011).

El rocoto llamado científicamente como *Capsicum pubescens*, es una hortaliza que pertenece a la familia de las solanáceas, cuyo ciclo de vida es perenne. El vocablo de ají rocoto lo utilizan para nombrar materiales picantes, mientras que para los no picantes, utiliza

el vocablo pimentón (Guevara *et al.*, 2000). El nombre del género *capsicum* se deriva de: Kapsa significa picar; Kapsakes: cápsula, Capsa: caja por la forma del fruto; Capto: por su picante. Su importancia del cultivo de rocoto radica en producir el fruto como comestible y la de producir capsaicinoides que son alcaloides que se utiliza en la salud humana, alimenticia y farmacéutica (López, 2011). En base a lo indicado anteriormente, el objetivo del presente estudio fue seleccionar ecotipos de rocoto con alta productividad y grado de picor manejados bajo sistema agroforestal en el distrito de Molinopampa.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el distrito de Molinopampa, durante los meses de junio del 2018 y marzo del 2019. Su ubicación georeferencial responde a 18M 0214872 UTM 9308836, con temperatura promedio anual de 13.5°C, precipitación anual promedio de 1500 mm y una altitud de 2435 msnm. El experimento se instaló en tres parcelas de diferentes productores de rocoto seleccionados al azar, ubicadas en los sectores de Puma Hermana, Ocol y San José (Figura 1).

Material genético

Se utilizaron plántones de ocho ecotipos de rocoto producidos en el vivero agroforestal de la asociación ubicado en el sector Puma Hermana en el distrito de Molinopampa (semilla proveniente de la provincia de Oxapampa, Pasco). Se utilizaron un total de 680 plántones de rocoto por cada parcela instalada, equivalente a 85 plantas por cada ecotipo, y la selección del material genético se basó en clasificar aquellos plántones con hojas bien conformadas a nivel de tallo y con altura de planta entre 15 a 20 cm.

Diseño experimental

El estudio se realizó bajo un Diseño Completos al Azar (DBCA), estableciendo como tratamientos de estudio a los ecotipos de rocoto, siendo T1 (ecotipo campana), T2 (ecotipo selva central), T3 (ecotipo manzano), T4 (ecotipo punta), T5 (ecotipo gigante), T6 (ecotipo amarillo), T7 (ecotipo rojo) y T8 (ecotipo verde) con

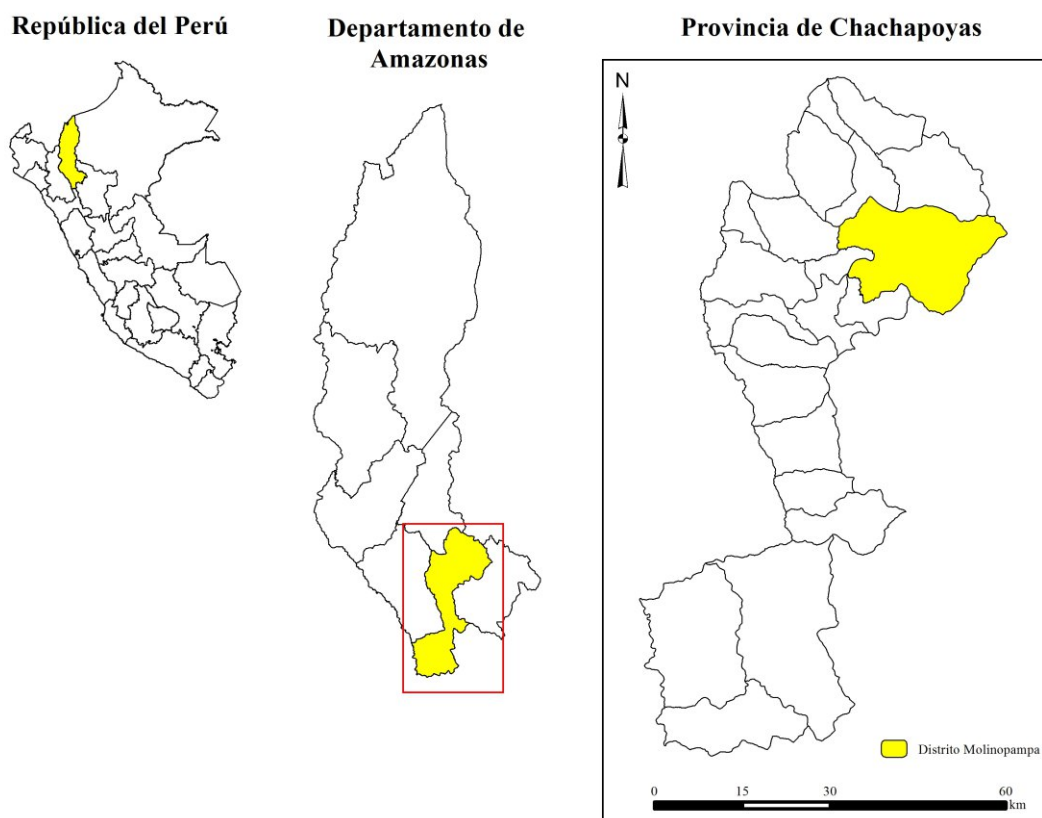


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el Distrito de Molinopampa, Provincia de Chachapoyas, Departamento de Amazonas.

tres repeticiones por cada tratamiento, cada unidad muestral conformada por 10 plantas de rocoto sometidas a evaluación.

Análisis de fertilidad del suelo

Previamente se seleccionaron las parcelas que dispongan de aliso en edad juvenil, se procedió a realizar el muestreo del suelo mediante una excavación moderada en forma de “V” obteniendo una muestra representativa del suelo. La muestra preparada se envió al laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM) para determinar el contenido de nutrientes, y en base a los resultados obtenidos se estableció el abonamiento de las parcelas experimentales.

Preparación de parcelas

Inicialmente las parcelas se protegieron el perímetro mediante alambado con alambre de púas y postes de madera para defender ante animales mayores y otros depredadores; posteriormente se realizó en toda el

área la preparación del suelo en forma manual, al mismo tiempo incorporando cal agrícola como regulador de la acidez y guano de isla como abono para mejorar la fertilidad, la dosis aplicada se enmarcó tomando como referencia los resultados y recomendaciones del análisis de suelo. El suelo mullido fue nivelado, luego se delinearon los surcos y finalmente se hicieron los hoyos debidamente distanciados para la siembra de las plantas.

Instalación de plantas de rocoto

El área de cada parcela experimental fue de 1/4 de hectárea incluyendo plantas de aliso en edad juvenil, se instalaron un total de 680 plantas de rocoto distribuidas en 85 plantas seleccionadas por cada ecotipo evaluado. Las plantas fueron sembradas en los hoyos aperturados con un suelo ligeramente húmedo para evitar el estrés de la planta, considerando un distanciamiento de 1.5 m entre plantas y 2.0 m entre hileras y la distribución de los tratamientos fue de manera aleatoria y por triplicado.

Manejo del cultivo

El manejo del cultivo consistió inicialmente en la aplicación de abono foliar a las plantas de rocoto instaladas, esto con el fin de favorecer el desarrollo de las plantas y corregir la deficiencia de nutrientes, en tanto el control de malezas se realizó de forma permanente y manual utilizando herramientas como machete y lampa, mientras que para la parte externa de la parcela se utilizó una desbrozadora mecánica. El control fitosanitario se realizó aplicando productos como fungicidas, insecticidas y otros de acción preventiva contra plagas y enfermedades, finalmente y cuando fue necesario de aplicaron poda de ramas durante el periodo vegetativo de las plantas.

Evaluación del comportamiento fenológico

La evaluación sobre el comportamiento fenológico de las plantas de ecotipos de rocoto comprendió monitorear el inicio de la floración, inicio de la fructificación, determinar el número de frutos por planta y peso unitario de frutos. La evaluación de las plantas se realizó de manera constante, registrando los datos por cada tratamiento en una libreta de campo.

Evaluación de productividad y picor

Después de seis meses de instaladas las plantas se inició la fase de producción de frutos, la evaluación de la fructificación de rocoto se realizó durante tres meses, periodo necesario para que la planta establezca la primera fase de producción, al finalizar la fase de producción se contabilizó la cosecha de frutos por planta y se determinó la productividad unitaria por ecotipo de rocoto (kg/planta).

Para la determinación del contenido de capsaicinoides en los ecotipos de rocoto, se tomaron muestras representativas de frutos maduros y se enviaron al laboratorio de la Unidad de Investigación en Productos Naturales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, el análisis de capsaicinoides fue realizado mediante la prueba de cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC).

Análisis de datos

Los datos fueron analizados a través de un análisis de varianza simple (ANOVA), utilizándose el programa

estadístico SPSS versión 23. Cuando se observó la significancia es esta prueba, se aplicó la prueba de comparación múltiple Tukey al 5% de significación.

III. RESULTADOS

Inicio de la fase de la floración

La evaluación sobre el inicio de la floración de las plantas de ocho ecotipos de rocoto indicó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos a través de la prueba de Tukey. En la Tabla 1 se puede observar que el menor tiempo promedio para la floración se logró con los tratamientos T2, T1 y T4 con 140,56, 140,89 y 142,78 días respectivamente. El mayor tiempo promedio para el inicio de la floración se obtuvo con el tratamiento T5 con 154,11 días.

Tabla 1. Prueba de Tukey para inicio de la floración

Tratamiento	Inicio de la floración (días)	Rango
T2	140,56	A
T1	140,89	A
T4	142,78	A
T8	152,11	B
T3	152,56	B
T7	152,56	B
T6	152,67	B
T5	154,11	B

En base al análisis realizado se concluyó que los ecotipos de rocoto selva central, campana y punta obtuvieron menor tiempo promedio para el inicio de la floración de plantas instaladas, tal como se aprecia en la Figura 2.

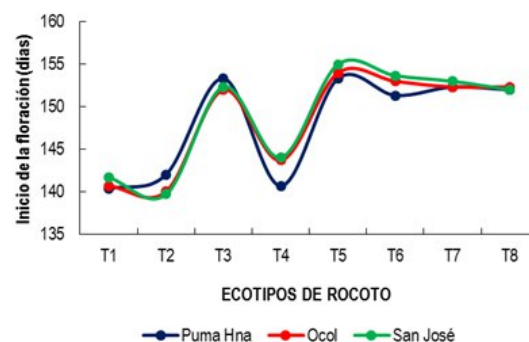


Figura 2. Inicio de floración de plantas de ecotipos de rocoto.

Inicio de la fase de fructificación

En cuanto a la evaluación sobre el inicio de la fructificación de las plantas de ocho ecotipos de rocoto indicó

diferencias estadísticas significativas entre tratamientos a través de la prueba de Tukey. En la Tabla 2 se puede observar que el menor tiempo promedio para la fructificación se logró con los tratamientos T1, T2 y T4 con 202,89, 204,44 y 204,67 días respectivamente. El mayor tiempo promedio para el inicio de la fructificación se obtuvo con el tratamiento T6 con 216,33 días.

Tabla 2. Prueba de Tukey para inicio de la fructificación

Tratamiento	Inicio de la fructificación (días)	Rango
T1	202,89	A
T2	204,44	A
T4	204,67	A
T5	211,44	B
T7	213,56	BC
T3	213,67	BC
T8	213,78	BC
T6	216,33	C

Se concluyó que los ecotipos de rocoto campana, selva central y punta obtuvieron menor tiempo promedio para el inicio de la etapa de fructificación de plantas instaladas, tal como se observa en la Figura 3.

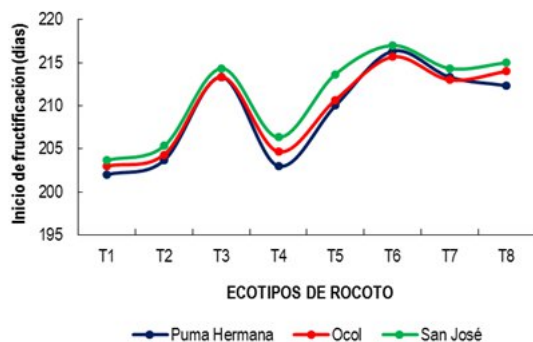


Figura 3. Inicio de fructificación de plantas de ecotipos de rocoto.

Número de frutos por planta

En referencia a la evaluación de frutos por plantas instaladas de ocho ecotipos de rocoto indicó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos a través de la prueba de Tukey. En la Tabla 3 se puede observar que el mayor promedio en número de frutos se logró con el tratamiento T4 con 28,00 frutos por planta. El menor promedio en número de frutos se obtuvo con el tratamiento T5 con 22,33 frutos por planta.

Tabla 3. Prueba de Tukey para número de frutos por planta

Tratamiento	Frutos por planta	Rango
T4	28,00	A
T2	27,00	AB
T1	25,78	ABC
T6	25,00	BC
T8	24,00	CD
T7	23,56	CD
T3	22,44	D
T5	22,33	D

Mediante el análisis comparativo de datos se logró determinar que el ecotipo de rocoto tipo punta alcanzó en promedio un mayor número de frutos por planta, dicha situación se aprecia en la Figura 4.

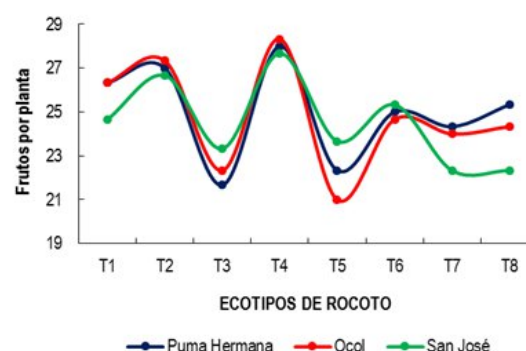


Figura 4. Número de frutos por planta de ecotipos de rocoto.

Peso unitario de frutos

La evaluación realizada sobre el peso unitario de frutos por plantas instaladas de ocho ecotipos de rocoto indicó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos a través de la prueba de Tukey. En la Tabla 4 se observa que el mayor promedio de peso unitario de fruto se logró con el tratamiento T2 con peso de 115,22 g por fruto. El menor promedio en peso unitario por fruto se obtuvo con el tratamiento T6 con 90,00 g por fruto.

Tabla 4. Prueba de Tukey para peso unitario de frutos

Tratamiento	Peso unitario de frutos (g)	Rango
T2	115,22	A
T1	113,33	AB
T5	109,33	B
T3	105,11	C
T4	104,89	C
T7	97,78	D
T8	96,89	D
T6	90,00	E

La evaluación determinó que el ecotipo de rocoto selva central logró un mayor promedio de peso por fruto, en contraste el menor promedio de peso por fruto correspondió al ecotipo amarillo, tal como se puede apreciar en la Figura 5.

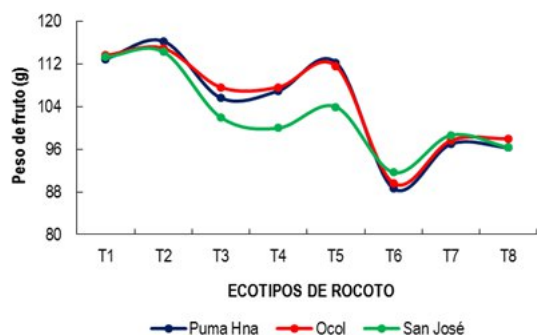


Figura 5. Peso unitario de frutos en ecotipos de rocoto.

Productividad por planta

La evaluación sobre la productividad unitaria por plantas instaladas de ocho ecotipos de rocoto indicó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos a través de la prueba de Tukey. En la tabla 5 se observa que el mayor promedio en productividad por planta se logró con los tratamientos T2, T4 y T1 con productividad de 3,11, 2,94 y 2,92 kg de fruto por planta respectivamente. En tanto el menor promedio en productividad unitaria se obtuvo con el tratamiento T6 con 2,25 kg de fruto por planta.

Tabla 5. Prueba de Tukey para productividad por planta

Tratamiento	Productividad (kg/planta)	Rango
T2	3,11	A
T4	2,94	A
T1	2,92	A
T5	2,45	B
T3	2,36	B
T8	2,33	B
T7	2,30	B
T6	2,25	B

A través de la evaluación realizada se logró concluir que los ecotipos de rocoto selva central, punta y campana obtuvieron mejores promedios en productividad unitaria de frutos en relación a los demás ecotipos, mostrando diferencias estadísticas significativas tal como se aprecia en la Figura 6.

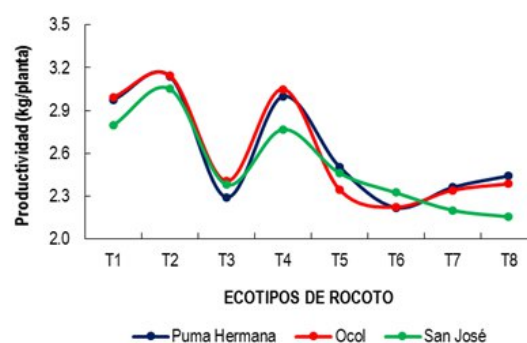


Figura 6. Productividad por planta en ecotipos de rocoto.

Grado de picor

El análisis de picor en frutos en ocho ecotipos de rocoto mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos mediante la prueba múltiple de Tukey. En la Tabla 6 se puede observar que el mayor promedio en grado de picor en fruto presentó el tratamiento T1 con 162,60 grados scoville. En contraste el menor promedio en grado de picor en fruto correspondió al tratamiento T3 con 160,84 grados scoville.

Tabla 6. Prueba de Tukey para grado de picor en frutos

Tratamiento	Grado de picor (scoville)	Rango
T1	162,60	A
T4	162,12	AB
T2	161,21	AB
T8	161,14	AB
T6	161,00	B
T5	160,98	B
T7	160,88	B
T3	160,84	B

El análisis de picor en fruto de ecotipos de rocoto determinó que el ecotipo de rocoto campana logró mayor promedio en grado de picor en fruto en relación a los demás ecotipos tal como se aprecia en la Figura 7.

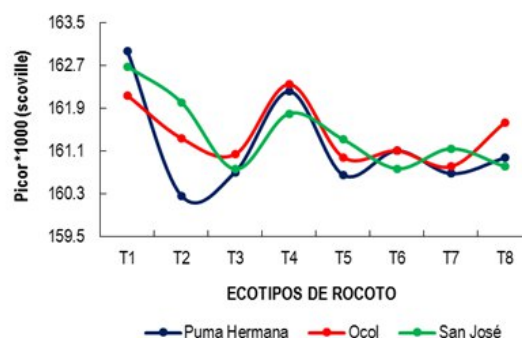


Figura 7. Grado de picor de fruto en ecotipos de rocoto.

IV. DISCUSIÓN

En cuanto a la evaluación sobre la fenología reproductiva, los ecotipos de rocoto tipo punta y selva central lograron un mayor número de frutos por planta (con 28 y 27 frutos respectivamente), concordante con lo alcanzado por Espinoza (2010) que mediante ensayos de producción de frutos de rocoto rojo logró determinar un rendimiento entre 28 a 30 frutos por planta. Por otro lado, según reportes de Cruz (2007) sostiene que el peso unitario de frutos de rocotos especialmente los adaptados a la zona altoandina del Perú se encuentra entre los 110 y 120 g, esto depende mucho de factores como edad de la planta, manejo agronómico, condiciones agroclimáticas y otros, por lo que en nuestros resultados se puede observar mayor peso por fruto en el ecotipo selva central y seguido por el ecotipo campana.

En referencia a la productividad de frutos expresado en kilogramos por planta, los resultados de la evaluación indicaron que los ecotipos de rocoto selva central, punta y campana alcanzaron mayor promedio en productividad de frutos por planta con 3,11; 2,94 y 2,92 kg respectivamente, considerando para tal efecto sólo la primera campaña de producción de frutos finalizada tras el cortarse la producción normal constante de los frutos en las plantas de los ecotipos de rocoto evaluados; estos datos alcanzados son semejantes a los encontrados por Gamarra (2012) que mediante ensayos de producción de 3 ecotipos de rocoto, logró alcanzar una productividad de frutos entre 2,95 y 3,34 kg por planta durante una campaña de producción prolongado por 4 meses.

El grado de pungencia de los frutos del género *Capsicum* se mide por el contenido de capsaicina que es un alcaloide más concretamente un protoalcaloide no es un compuesto simple si no una mezcla de varias amidas que son conocidas como capsaicinoides siendo la capsaicina la más importante. Siguencia (2010) determinó que el grado de picor o pungencia en cinco ecotipos de rocoto superaron los 160,000 grados scoville, sobresaliendo los ecotipos de color rojo y con placenta más pronunciadas y en estado fresco; estos datos guar-

dan mucha relación con los resultados encontrados en el presente estudio, en el cual los ecotipos campana y punta respectivamente obtuvieron mayor grado de picor expresado en grados scoville a nivel de fruto.

Los capsaicinoides, compuestos químicos, que se encuentran de manera natural en el fruto, se sintetizan y acumulan principalmente en el tejido de la placenta adyacente a las semillas (Cedrón, 2013), es por ello que el estudio apuntó a realizar la evaluación de concentración de capsaicinoides en placenta como punto referencial de mayor concentración de picor. En general, las diferencias en las concentraciones de capsaicinoides se pueden deber a diversos factores, por ejemplo, los ajíes con mayor cantidad de agua son menos pungentes porque tienen menos capsaicinoides por unidad de peso; así mismo, factores ambientales como la disponibilidad de agua y la luz solar pueden afectar esta concentración (Sánchez *et al.*, 2012).

V. CONCLUSIONES

La evaluación sobre el comportamiento fenológico de ocho ecotipos de rocoto indicó que a partir de los 140 días de sembradas las plantas (4 meses y 20 días) se inició la etapa de floración sobre todo en los ecotipos selva central y campana, del mismo modo con respecto a la etapa de fructificación se determinó que los ecotipos campana, selva central y punta iniciaron la fructificación a partir de los 202 días de sembradas las plantas (6 meses y 22 días en promedio), en efecto estos datos fenológicos alcanzados lograron superar a los que actualmente maneja el productor de rocoto.

En referencia a la producción de frutos por planta se determinó que el ecotipo que alcanzó una mayor producción de frutos correspondió al ecotipo tipo punta, igualmente sobre el peso unitario de frutos sobresalió el ecotipo selva central, estos datos contribuyeron para determinar la productividad por planta expresado en kg de frutos por planta, recayendo en los ecotipos selva central, punta y campana como los de mayor productividad de frutos por planta.

El análisis sobre el grado de picor o pungencia en frutos de rocotos indicó que el ecotipo campana logró

mayor grado de picor expresado en grados scoville, lo cual guarda mucha relación con diferentes estudios realizados con mayor profundidad. En conclusión mediante el estudio, se logró seleccionar tres ecotipos de rocoto: selva central, campana y punta, como los ecotipos de rocoto de mayor respuesta productiva y grado de picor manejados bajo sistema agroforestal en el distrito de Molinopampa en Amazonas.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquino, J. 2005. *Diagnóstico y control de plagas y enfermedades del cultivo de Chile manzano*. Metepec (México): ICAMEX.
- Cedron, N., I. Bontemps, E. Coronel, S. Velásquez, J. Obed y S. Granza. 2013. *Extracción por fluido supercrítico de CO₂ y cuantificación de capsaicinoides de rocoto (Capsicum pubescens) del Valle del Mantaro*. Huancayo (Perú). Centro de Investigación de la Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Gómez, M., J. Barrera, L. Melgarejo y X. Bardales. 2004. *Caracterización y usos potenciales del banco de germoplasma de ají amazónico*. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Universidad Nacional de Colombia.
- Guevara, M, M. Siles y O. Bracamonte. 2000. "Análisis cariotípico de *Capsicum pubescens* R&P (Solanaceae) "rocoto"." *Revista peruana de biología*. 7 (2): 134-141
- Melgarejo, L. M., M. A. Hernández, J. A. Barrera, X. Bardales. 2004. *Caracterización y usos potenciales del banco de germoplasma de ají amazónico*. Bogotá (Colombia): Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Universidad Nacional de Colombia.
- Lallana, V. 2005. *Germinación y latencia de semillas y yemas*. *Cátedra de fisiología vegetal. Oro Verde, Paraná*. http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV_2010/mat_did/Ut_11GLSY.pdf (Consultada el 19 de abril de 2019)
- López, A. 2011. *Análisis de la Cadena de Valor del Rocoto (Capsicum pubescens) la en la comunidad de Tumpa, región de Ancash, Perú*. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima (Perú).
- Polar, V., C. Bejarano y M. Jäger. 2011. *Taller de análisis multiactorial y de planificación sobre el cultivo de ají en Bolivia y sus perspectivas futuras*. Sucre (Bolivia): Fundación PROINPA, Bioversity International, GIZ.
- Sánchez, H., V. González, A. Cruz, M. Pérez, M. Gutiérrez, A. Gardea y M. Gómez. 2012. "Herencia de capsaicinoides en chile manzano (*Capsicum pubescens*)". *Agrociencia* 44 (6): 655-665.
- Siguencia, M. 2010. *Caracterización físico química y nutricional del ají (Capsicum baccatum) en dos estados de madurez y cultivados en dos suelos endofoclimáticos del Ecuador*. Tesis de Grado. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito (Ecuador).