

## Producción de raíz tuberosa en cultivo de “mauka” (*Mirabilis expansa* [Ruiz y Pavón] Standley) con aplicación de abonamiento orgánico y fertilización química en Puno - Perú

Tuberous root production in "mauka" cultivar (*Mirabilis expansa* [Ruiz and Pavón] Standley) with application of organic fertilizer and chemical fertilization in Puno - Peru

Juan Gregorio Zapana Pari\*; Marina Mamani Sucasaca; Fortunato Escobar-Mamani;  
Juan Carlos Zapana Landaeta

Centro Regional de Estudios de Agricultura Alternativa CREAA “La chira”, Universidad Nacional del Altiplano de Puno Perú. \*Autor para correspondencia: e-mail: gre\_puno@hotmail.com

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Artículo recibido 04-03-2017  
Artículo aceptado 06-09-2017  
On line: 27-09-2017

### PALABRAS CLAVES:

Abonamiento,  
*Mirabilis expansa*,  
Rendimiento,  
Raíz tuberosa,  
tubérculo native.

### ARTICLE INFO

Article received 04-03-2017  
Article accepted 06-09-2017  
Online: 27-09-2017

### KEY WORDS:

Fertilization,  
*Mirabilis expansa*,  
yield,  
tuberous root,  
native tuber.

### RESUMEN

En la región Puno la población se incrementa conforme pasan los años, pero la producción de alimentos no sigue la misma dirección, lo que da lugar, entre otros, a problemas de desnutrición infantil y, por ello, es necesario buscar otras alternativas para mantener la soberanía y seguridad alimentaria, ante esta situación, considerando que es posible mejorar la producción del cultivo de “mauka” (*Mirabilis expansa*), se realizó el estudio con el objetivo de determinar el rendimiento de raíz tuberosa de la “mauka” cuando se incorpora al suelo, estiércol de vacuno y urea más superfosfato triple de calcio. Los tratamientos fueron: 7.5 t/ha de estiércol de vacuno (T1); 130 kg/ha de urea al 46 % de N más 90 kg/ha de superfosfato triple de calcio al 46 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (T2) y testigo (T3). Se utilizó esquejes de plantación local con distanciamiento de 0.80 m entre surcos y 0.50 m entre plantas, en terreno franco limoso con 4 repeticiones en Diseño Bloque Completo al Azar. Después de un año desde la instalación, en el tratamiento T2 (urea más superfosfato triple de calcio) se obtuvo un rendimiento de 78.5 t/ha, seguido por el tratamiento T1 (estiércol de vacuno) con 46.4 t/ha y finalmente el testigo T3 produjo 31.6 t/ha. Adicionalmente, el resultado muestra que la planta alcanzó 66.3 cm de altura en el tratamiento T2; 50.7 cm en el tratamiento T1, y 39.6 cm en el tratamiento T3, concluyéndose que los efectos fueron positivos con relación a cosechas anteriores y contribuye a la sustentabilidad de la producción.

### ABSTRACT

In the Puno region the population increases as the years go by, but food production does not follow the same direction, which leads, among other things, to problems of child malnutrition and, therefore, it is necessary to look for other alternatives to maintain the sovereignty and food sufficiency, considering that it is possible to improve the production of the “mauka” (*Mirabilis expansa*) crop, the present study was carried out with the objective of determining the tuberous root yield of the “mauka” when it is incorporated into the soil, cattle manure and urea plus triple calcium superphosphate. The treatments were: 7.5 t / ha of cattle manure (T1); 130 kg / ha of urea to 46% of N plus 90 kg / ha of triple calcium superphosphate to 46% of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (T2) and control (T3). Local plantation cuttings with 0.80 m spacing between furrows and 0.50 m between plants were used in loamy loam soil with 4 replications in Complete Batch Design. After one year of installation, a yield of 78.5 t/ha was obtained in treatment T2 (urea plus triple calcium superphosphate), followed by treatment T1 (beef manure) with 46.4 t/ha and finally the control T3 produced 31.6 t/ha. Additionally, the result shows that the plant reached 66.3 cm in height in treatment T2; 50.7 cm in treatment T1, and 39.6 cm in treatment T3, concluding that the effects were positive in relation to previous harvests and contributes to the sustainability of the production.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el crecimiento poblacional del mundo es notorio y en la región Puno también se observa esta situación, y el crecimiento de la producción y productividad de alimentos no se da en la misma proporción, que podría catalogarse como la continuidad del efecto Malthus a pesar de los años (Malthus, 1970; Schoijet, 2005; Villalpando, 2010).

Este crecimiento de la población sumado a los efectos negativos físico-ambientales y bióticos ocasionan la reducción de la producción y productividad agraria, tanto a nivel mundial como local, serían consecuencia del cambio climático, donde es evidente el aumento de la temperatura y la escasez de agua dulce y precipitación pluvial tan importantes para el desarrollo normal de los cultivos, perjudica grandemente la producción de alimentos reduciendo el rendimiento, lo que conlleva al incremento de precios y por ende el aumento del hambre (Jacob, 2017). El cambio de temperatura ha contribuido también a la ocurrencia de incendios en las zonas forestales que viene ocasionado la desaparición de grandes sumideros de carbono haciendo más notorio aún los impactos del cambio climático (Londoño-franco, Londoño-muñoz, & Muñoz-garcía, 2016; Produce, 2015; Toimil, 2016).

El objetivo 13 de la Agenda al milenio 2030 delineado por la ONU, sostiene que es necesario "adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos" por su mayor relevancia e importancia de causa-efecto debido al impacto de la emisión de gases tóxicos produciendo el efecto invernadero que afecta a todos los países, convirtiéndose en amenaza permanente. Sus efectos tienen impacto negativo directo en la economía de las naciones y su población. Si no se toman medidas, las consecuencias serán más desastrosas con el aumento del nivel del mar y los fenómenos meteorológicos extremos como vienen ocurriendo en los últimos años, donde los más pobres son vulnerables (Gigueroa, et al., 2016) y más perjudicados (ONU / CEPAL, 2017; Shine, Jan, Hailemariam, & Stuuber, 2005).

En tal sentido, la comunidad académica y científica buscan alternativas no solo para atenuar el cambio climático, sino sobre todo, para tender al equilibrio de la producción agropecuaria con el crecimiento poblacional, particularmente con productos nativos de cada zona considerada como hábitat propio a fin de contribuir a la seguridad alimentaria, con ello, al cumplimiento de los objetivos del Milenio al 2030, particularmente con los objetivos 1 y 2 que tiende a "poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo y a poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición promoviendo la agricultura sostenible" (Álvarez, 2016; Gigueroa & Boltvinik, 2016; ONU / CEPAL, 2017; Salvador, 2016).



Dentro de ese contexto, la investigación en curso sobre "mauka" (*Mirabilis expansa*) que es una planta alimenticia de la Familia Nyctaginaceae, originaria de la región andina, pretende contribuir a los objetivos de la Agenda Milenio al 2030, toda vez que fue domesticada en el Perú hace varios siglos. Actualmente se cultiva en algunos lugares del país, principalmente en los valles de Cajamarca, La Libertad, Ancash y Puno donde se estudió por primera vez en 1965, así como en Ecuador y Bolivia. Su raíz tuberosa es de alto valor alimenticio y las hojas se pueden utilizar como forraje y para uso en medicina alternativa (Seminario, 2004a, 2004b; Seminario & Valderrama, 2012; Zapana, Villalta, Mamani, Escobar, 2014; Franco y Uceda, 1996).

Otras investigaciones dan cuenta de gran número de alimentos andinos que fueron cultivadas desde tiempos inmemoriales que aún están esperando mayor atención y van quedando desapercibidos a pesar de sus grandes potencialidades alimenticias para la humanidad como es el caso de la raíz tuberosa de la “mauka” (figura 1) que también se puede usar para control de plagas de cultivos y como terapéutico para evitar la infección por bacterias y virus. (Barrera, Tapia y Monteros; Chia et al.,2006; Vepachedu et al., 2005).

En la región Puno se ha tomado conocimiento de su importancia desde 1990 y actualmente se cultiva en las provincias de Sandía y Carabaya en forma dispersa, en menor proporción que el resto de cultivos, a altitudes de aproximadamente 1400 m debido a que se utiliza como complemento en la alimentación familiar (Vallenas, 1995) debido a su valor nutritivo (Tabla 1), cultivado también en países vecinos con diferentes nombres como, llakillaki, chago, chaco, shago, cushpe, yuca inca, yuca de jalca, shalca yuca, camotillo (Seminario,1988; Franco y Rodriguez, 1989; Rea, 1995;Seminario, 2004a).

Composición química del chago, comparada con otras tuberosas andinas (% de la parte comestible)

Tabla 1

Especie	MS	Proteínas	Grasa	Carboh.	Fibra	Cenizas	Autor
Arracacha	26.00	0.70	0.20	23.00	1.10		León, 1964
Achira	27.80	0.85	0.30	25.30	0.54	0.87	León y Seminario, 1995
Camote	40.80	2.80	--	29.2*	--	1.10	Folquer, 1978
Mashua	12.60	1.50	0.70	9.80	--	0.60	León, 1964
Oca	16.84	1.22	0.51	13.20	0.64	0.82	Seminario, 1988
Papa	20.00	2.00	0.10	16.90	--	1.00	Vásquez, 1988
Yuca	34.80	1.00	0.40	32.80	1.00	0.06	Montaldo, 1972
Chago	59.30	4.30	0.09	33.08	0.96	2.18	Montenegro y Franco 1988

\* Se refiere sólo a almidón.  
Fuente: (Seminario, 2004a)

La propagación puede ser asexual y sexual. En la forma asexual, que es la más común, se utilizan los tallos subterráneos engrosados (esquejes), brotes tiernos desprendidos de la corona y raíz tuberosa. Utilizando tallos subterráneos con el transcurrir de 20-30 días, alcanza más de 85% de seguridad en el campo de sembrío (Seminario, 1988). Prospera en terrenos de textura franco arenoso o franco limoso y cuando llegan a la madurez fisiológica empiezan a caer las flores y, las hojas se tornan amarillentas, indicando el periodo de cosecha (Seminario y Valderrama, 2012).

El rendimiento está condicionado por factores humanos y ambientales variando de 0.5 a 5.5 Kg/planta. En el valle de Cajamarca, en siembras de varias entradas, en suelos de textura y fertilidad media

sin usar fertilizantes, a los 12 meses de la siembra, se registró de 1.8 a 5.5 Kg/planta. Además, el rendimiento de forraje puede alcanzar desde 5 hasta 7 kg/planta (Seminario, 1993; Seminario & Valderrama, 2012).

Las raíces contienen 4.81% de proteína en muestra fresca y 13.09 % en muestra seca; carbohidratos de hasta 36,15% en muestra fresca; 283 mg de calcio; 111 mg de fósforo por cada 100 g de parte comestible y menos de 0.01 mg/100 g de sodio, lo que superior a cualquiera de las raíces tuberosas y tubérculos andinos a excepción de la papa (Hidalgo, 2003; Montenegro y Franco,1988; Seminario, 1988; Brito y Espin, 1997).

El estudio de Barrera et al., (2003) da cuenta que,

según el análisis bromatológico, determinaron que en 100 g de materia seca de raíz contienen 7,4 % de proteína, 4,8 % de fibra, 4,4 % de ceniza y 80 % de carbohidratos así como de calcio, fósforo y potasio; además, pueden utilizarse para propósitos diversos, no solo para alimentación humana y animal.

En la preparación como alimento, las raíces tuberosas y tallos subterráneos reemplazan a la yuca (*Manihot esculenta*) o al camote (*Ipomoea batatas*). Se usa en sopas reemplazando a la papa (*Solanum tuberosum*) en guisos, pelado y sancochado o también frito. Se utilizan también las hojas en ensaladas y picantes; sin embargo, en el norte del Perú, ésta raíz tuberosa principalmente se usa para engorde de cerdos y las hojas, para alimentación de ovinos y cuyes (Montenegro y Franco, 1988). En Puno se consume sancochado, tanto tallos subterráneos como raíces tuberosas (Vallenas, 1995; Zapana et al., 2014).

La población rural de la región de Puno es superior al promedio urbano y en ciertas épocas del año el alimento escasea en los valles interandinos y especialmente en ceja de selva, entonces para coadyuvar a la seguridad alimentaria del futuro, es necesario dirigir la mirada hacia otros recursos naturales disponibles como la "mauka". Esta especie ha sido descrita en el siglo pasado y actualmente las instituciones que tienen la misión de preservar los recursos alimenticios y ponerlos en valor, aún no le dedican mayor atención, de donde precisamente nace el interés por saber qué tanto más de raíz tuberosa se puede producir cuando se incorpora al cultivo, materia orgánica y fertilizantes químicos dado que sus propiedades son adecuadas y fortificantes, tabla 2 (Inoue et al., 2005).

Tabla 2. Valor nutritivo de la "mauka" (*Mirabilis expansa*) a los nueve meses del cultivo. Universidad Nacional de Cajamarca.

COMPONENTES	BASE SECA %	BASE HÚMEDA %
Materia seca	100	49.17
Proteína total	3.4	1.67
Extracto etéreo	0.65	0.32
Fibra cruda	3.9	1.92
Extracto no nitrogenado	90.81	44.65
Cenizas	1.24	0.65

Fuente: Seminario (1988).

En las colectas realizadas entre 1991 y 1994 en el Norte de Perú se han encontrado 38 accesiones que se encuentran en el banco de germoplasma de Cajamarca en cuya descripción botánica se ha encontrado que 42 % tenía flores blancas con ligero tinte violáceo, otros 42 % mostraban flores de color púrpura y 16% de las accesiones se caracterizaban por tener flores completamente blancas (Seminario, 2004a; Seminario & Valderrama, 2012).

Seminario (2004a) indica que, el 42 % de estas accesiones presentan tallos de color púrpura, otro grupo representativo equivalente al 42 % tienen tallos de color verde oscuro y el 16% restantes presentan tallos de color verde amarillento. Además, informa que, al caracterizar las 38 accesiones encontró que el 58% de las muestras tiene hojas de forma cordada y 24% presentan hojas de forma ovada. El objetivo de la investigación fue determinar la producción de raíz tuberosa del cultivo de "mauka" (*Mirabilis expansa*) aplicando estiércol de vacuno y urea más superfosfato triple de calcio, y determinar adicionalmente altura de planta.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el 2013 en el Centro Experimental Tambopata de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, a una altitud de 1385 m cuya ubicación geográfica es WGS 84: Zona 19 Sur; Coordenadas UTM Y 8427600; X 481600; Zona Agroecológica Selva alta, distrito San Juan del Oro, provincia de Sandía de la Región Puno.

La investigación consistió en incorporar en el terreno de cultivo, estiércol fermentado de vacuno y aplicar



fertilizantes químicos de acuerdo con las necesidades fisiológicas del cultivo. Los tratamientos fueron: 7.5 t/ha de estiércol de vacuno (T1); 130 kg/ha de urea al 46 % de N más 90 kg/ha de superfosfato triple de calcio al 46 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (T2) y testigo (T3) con distanciamiento de 0.80 m entre surcos y 0.50 m entre plantas, en terreno franco limoso, con 4 repeticiones utilizando el Diseño Bloque Completo al Azar. Los datos fueron procesados utilizando software SPSS 23. En tanto que el análisis físico-químico del suelo experimental así como del estiércol de vacuno se realizó en el Laboratorio de Aguas y Suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA antes de iniciar el experimento y después de haber finalizado el trabajo.

El material utilizado fue, estiércol fermentado de vacuno, cuya composición química fue 1.1% de N; 0.4% de fósforo y 0.5% de potasio. Las ventajas de usar estiércol de vacuno en la agricultura están relacionados con el mejoramiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Burbano, 1998; Thompson y Troeh, 1988).

Los fertilizantes fueron, la urea, que contiene alrededor de 46 % de N, tiene propiedades higroscópicas y una reacción ácida temporal de manera localizada, por lo que, se requiere especial cuidado para el proceso de envasado, así como su aplicación en el momento preciso tomando las precauciones necesarias. En este caso se aplicó en dos etapas para mejor aprovechamiento del cultivo y evitar se volatilice como NH<sub>3</sub> (Herrera, 2010; Jaramillo, 2001).

Teniendo en consideración las advertencias de Beltran (2014), el superfosfato triple de calcio es un fertilizante simple, contiene aproximadamente 46% de N y 24.5 % de calcio en forma de CaO. Es un producto granulado, de coloración gris marrón. En el experimento se aplicó directamente al suelo de manera manual. El Fósforo ayuda a la planta en el rápido y vigoroso comienzo, estimula la pronta formación de las raíces y su crecimiento, acelerando la maduración y la cantidad a aplicar debe estar de acuerdo con los resultados del análisis del suelo (Thompson y Troeh, 1988).

#### **Variables de respuesta.**

- Rendimiento de raíz tuberosa (Kg/ha)
- Altura de planta (cm).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **1. Rendimiento de raíz tuberosa**

Los resultados se muestran en la Tabla 3, donde se aprecia que para rendimiento de raíz tuberosa existe diferencia altamente significativa entre tratamientos ( $P \leq 0.01$ ), lo que quiere decir que, los fertilizantes utilizados tuvieron efecto directo en el rendimiento del producto, puesto que, el tratamiento T2 (urea más superfosfato triple de calcio) dio mejor resultado con una producción de 78.5 t/ha, cantidad que es significativa frente a los tratamientos T1 (estiércol de vacuno) y T3 (testigo) en los que se obtuvo 46.4 y 31.6 t/ha respectivamente, no habiendo diferencia estadística entre estos dos últimos ( $P > 0.05$ ).

Tabla 3. Análisis de varianza para rendimiento de raíz tuberosa de la “mauka”.

F de V	GL	SC	CM	FC	
Bloque	3	5454.5	1818.167	1.271	N.S.
Tratamiento	2	65483.5	32741.750	22.891	**
Error	6	8582.0	1430.333		
Total	11	79520.0			

C.V. = 21.0 %

Esta mayor producción de raíz tuberosa en el tratamiento T2 se debe al efecto de los fertilizantes, que sumado a la humedad apropiada del suelo, facilitó el crecimiento y desarrollo de la planta; pues el calcio, fósforo y nitrógeno han contribuido a la buena formación de la biomasa debido a la alta disponibilidad en la solución del suelo, dando mayor vigor y rusticidad a la planta (Thompson y Troeh, 1988) además de dar mayor tolerancia a factores físicos adversos mejorando el proceso de fotosíntesis, lo que contribuyó a la mayor formación de raíz tuberosa (Herrera, 2010).

La urea como fertilizante de fácil hidrolización en terreno con buena proporción de materia orgánica y humedad adecuada, favoreció la acción de la diastasa microbiana (ureasa) a pesar de que la precipitación pluvial se presentó con mayor intensidad en los meses de enero y febrero, siendo el factor que determinó el rendimiento debido a que influyó en la

formación de las hojas, tallos, raíces, teniendo la planta mejor desarrollo por la intensa actividad asimiladora que al final determinó una abundante producción de sustancias de reserva (Jaramillo, 2001) que se acumularon en las raíces tuberosas, cuya cosecha tuvo alto rendimiento en relación al testigo (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba múltiple de Duncan, ( $P > 0.05$ ), para rendimiento de raíz tuberosa de la "Mauka".

Orden de merito	Tratamiento		Peso promedio (t/ha)	
1	urea, superfosfato triple calcio	(T2)	78.5	a
2	estiércol de vacuno	(T1)	46.4	b
3	sin abono (testigo)	(T3)	31.6	b

## 2. Altura de planta

La curva de crecimiento en altura de planta indica que el tratamiento T2 ocupa el primer lugar con 66.3 cm de altura promedio, seguido del tratamiento T1 con una media de 50.7 cm, y en último lugar el tratamiento T3 con sólo 39.6 cm.

Los tratamientos T2 y T1 superan significativamente al tratamiento T3 debido a que tuvieron a su alcance suficiente disponibilidad de nitrógeno procedente de la urea, y las plantas asimilaron con facilidad, respondiendo con desarrollo vigoroso, sin dificultades, influenciado por las condiciones físico-ambientales tal como refiere Herrera (2010).

El abonamiento con estiércol de vacuno, que es un insumo biológico en la práctica agrícola amigable con el medio ambiente y responsabilidad social, conduce a la sostenibilidad socio-ambiental, sobre todo, a la preservación de sistema de valores y creencias en la agricultura de las comunidades locales sumada a los conocimientos convencionales. Por otra parte, el proceso de contaminación ambiental tiene sus implicancias cuando se usan fertilizantes químicos, advertidos por Rachel Carson (1962) en su libro primavera silenciosa; por tanto, la urea y el superfosfato triple de calcio deben usarse racionalmente, de acuerdo con la necesidad de la planta, determinado mediante análisis de la fertilidad

del suelo (Beltran, 2014; Paull, 2013). A pesar de que el estiércol aplicado no se haya descompuesto aún, ha contribuido a mantener la humedad adecuada del suelo mejorando las condiciones físicas para el mejor desarrollo de las raíces y la actividad microbiana.

Los resultados demuestran que, el uso de estiércol de vacuno en un sistema de cultivo de "mauka", en comparación con la fertilización química es una de las mejores alternativas por su mejor rendimiento frente a los genes que pudieran conferir la resistencia a los antibióticos. Los resultados indican que la aplicación de estiércol animal mejora la producción; sin embargo debe tenerse en cuenta que a largo plazo el estiércol combinado con insumos químicos pueden resultar contradictorios (Peng et al., 2017).

Asimismo, las experiencias del uso de abonos orgánicos contribuye al cumplimiento de los objetivos de la Agenda Milenio al 2030 de la ONU que la comunidad internacional se propone "*gestionar y proteger sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros para evitar efectos adversos importantes, incluso fortaleciendo su resiliencia, y adoptar medidas para restaurarlos a fin de restablecer la salud y la productividad de los océanos*", asimismo de contribuir con prácticas alternativas como el estudio en cuestión a poner fin a la pobreza y hambre cero acortando la brecha social, teniendo en consideración que cuanto menor sea la brecha social, menor será la probabilidad de éxito del ODM al 2030 (Jacob, 2017). Al igual que las reservas de carbono (C) y nitrógeno (N) en ecosistemas degradados (desertificados) deben tender a mejorar a restaurar la biomasa vegetal incluyendo cultivos alimenticios y pastizales naturales con los que se mejora la producción y la biodiversidad (ONU / CEPAL, 2017; Van, 2016; Zuo et al., 2015).

En suma, los resultados obtenidos en el presente estudio confirman que la "mauka" constituye una fuente de proteína y nutrientes en pro de la seguridad alimentaria humana, y para animales domésticos, incluidos los componentes fenólicos antioxidantes

que potencialmente podrían ser considerados alimentos beneficiosos para la salud como resultado del abonamiento orgánico y racional fertilización química del campo de cultivo (Campos et al., 2006; Chirinos et al., 2008). Sin embargo, persiste el peligro de extinción junto a otras semillas, raíces y tubérculos aún descuidados de la región andina, que incluye los tradicionalmente cultivados y procesados ajustados a condiciones climáticas específicas que debe ser profundizados en futuros estudios al respecto (Klášková y Fernández, 2011; Vepachedu, Park, Sharma y Vivanco, 2005).

## CONCLUSIONES

El rendimiento obtenido, de raíz tuberosa de la “mauka”, ha tenido notoria influencia de la aplicación de estiércol de vacuno (T1) que mejoró las condiciones físicas del suelo, así como de la fertilización con urea y superfosfato triple de calcio (T2) que aportaron suficiente disponibilidad de nutrientes, habiendo alcanzado 46.4 t/ha y 78.5 t/ha respectivamente, quedando en último lugar el tratamiento T3 (testigo) con una producción de 31.6 t/ha ( $P \leq 0.01$ ).

La mayor altura de planta (66.3 cm) obtenido en el tratamiento T2 se debió a la fertilización con urea y superfosfato triple de calcio que, junto al resultado obtenido en el tratamiento T1 (50.7cm), superaron al testigo T3 (39.6 cm).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, A. (2016). Retos de América Latina: Agenda para el Desarrollo Sostenible y Negociaciones del siglo xxi. *Problemas Del Desarrollo*, 186 (47). Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301703616300219>
- Barrera, V., Tapia, C., & Monteros, A. (2003). Raíces y Tubérculos Andinos : Alternativas para la conservación en el Ecuador.
- Beltran, M. E. (2014). La solubilización de fosfatos como estrategia microbiana para promover el crecimiento vegetal *Phosphate solubilization as a microbial strategy for promoting plant growth. Microbiología Del Suelo*, 15, 101113.
- Campos, D., Noratto, G., Chirinos, R., Arbizu, C., Roca, W., & Cisneros-Zevallos, L. (2006). Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andean tuber crops: Native potato (*Solanum* sp.), mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(10), 14811488. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2529>
- Chirinos, R., Campos, D., Costa, N., Arbizu, C., Pedreschi, R., & Larondelle, Y. (2008). Phenolic profiles of andean mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) tubers: Identification by HPLC-DAD and evaluation of their antioxidant activity. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.024>
- Giguroa, H., & Boltvinik, J. (2016). Dos elementos metodológicos centrales para una medición rigurosa de la pobreza alimentaria. *Acta Sociológica*, 26, 223243. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.acso.2017.01.012>
- Inoue, K., Murayama, S., Seshimo, F., Takeba, K., Yoshimura, Y., & Nakazawa, H. (2005). Identification of phenolic compound in manuka honey as specific superoxide anion radical scavenger using electron spin resonance (ESR) and liquid chromatography with coulometric array detection. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(5), 872878. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1952>
- Jacob, A. (2017). Mind the Gap: Analyzing the Impact of Data Gap in Millennium Development Goals (MDGs) Indicators on the Progress toward MDGs. *World Development*, 93(2016), 260278. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.016>

- Klásková, T., & Fernández, C. E. (2011). Mauka - promise for fighting with the unbalanced nutrition of high Andean regions. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 44(1), 3740.
- Londoño-franco, L. F., Londoño-muñoz, P. T., & Muñoz-garcía, F. G. (2016). LOS RIESGOS DE LOS METALES PESADOS EN LA SALUD HUMANA Y ANIMAL. *Biología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 14(2), 145-153. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(14\)145-153](https://doi.org/10.18684/BSAA(14)145-153)
- Malthus, T. R. (1970). Primer ensayo sobre la población. *El Libro de Bolsillo*, Sección "Clásicos," 15(5), 318.
- ONU / CEPAL. (2017). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe, 63. Retrieved from <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/40155>
- Paull, J. (2013). The Rachel Carson Letters and the Making of Silent Spring. *Institute of Social and Cultural Anthropology*, 5153. <https://doi.org/10.1177/2158244013494861>
- Peng, S., Feng, Y., Wang, Y., Guo, X., Chu, H., & Lin, X. (2017). Prevalence of antibiotic resistance genes in soils after continually applied with different manure for 30 years. *Journal of Hazardous Materials*, 340, 1625. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.06.059>
- Produce, M. de la P. (2015). Diagnóstico Actual del Sector Pesca y Acuicultura Frente al Cambio Climático. Ministerio de la Producción.
- Salvador, L. M. (2016). Seguridad alimentaria, autosuficiencia y disponibilidad del amaranto en México. *Revista Problemas Del Desarrollo*, 186(47), 107132. Retrieved from <http://probdes.iiec.unam.mx>
- Schoijet, M. (2005). La recepción e impacto de las ideas de Malthus sobre la población. *Estudios Demográficos Y Urbanos*, 20(3), 569604.
- Seminario, J. (2004a). Aspectos etnobotánicos y productivos del chago, miso o mauka (*Mirabilis expansa* [Ruiz y Pavón] Standley). Raíces Andinas: *Contribuciones Al Conocimiento Y a La Capacitación*, VI, 367376.
- Seminario, J. (2004b). *Raíces Andinas : Contribuciones al conocimiento y a la capacitación*. (C. I. de la Papa, Ed.) (Perú). Lima: COSUDE. <https://doi.org/ISNB: 92-9060-233-3>
- Seminario, M., & Valderrama, J. (2012). Variabilidad morfológica y evaluación agronómica de maukas *Mirabilis expansa* (Ruiz & Pav.) Standl. del norte peruano Morphological variability and agronomic evaluation of maukas, *Mirabilis expansa* (Ruiz & Pav.) Standl. of northern Peru. *Mirabilis Expansa Rev. Peru. Biol. Rev. Peru. Biol*, 19(193), 249256. Retrieved from <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v19n3/a03v19n3.pdf>
- Shine, K. P., Jan, S. F., Hailemariam, K., & Stuber, N. (2005). Alternatives to the globalwarming potential for comparing climate impacts of emissions of greenhouse gases. *Climatic Change*, 68(2005), 281302.
- Toimil, A. (2016). Metodología para el análisis del efecto del cambio climático en la inundación costera: aplicación a Asturias, 3, 5665. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.riba.2016.07.004>
- Van, M. K. (2016). History of *Mirabilis expansa* (Ruiz and Pav.) Standl ; Growth and Use in the Andes. *Atlas Journal of Biology*, 236248. <https://doi.org/10.5147/ajb.2016.0138>
- Vepachedu, R., Park, S. W., Sharma, N., & Vivanco, J. M. (2005). Bacterial expression and enzymatic activity analysis of ME1, a ribosome-inactivating protein from *Mirabilis expansa*. *Protein Expression and Purification*, 40(1), 142151. <https://doi.org/10.1016/j.pep.2004.12.005>



- Villalpando, W. (2010). ¿Es que el siglo XXI desmentirá a Malthus? Las dimensiones de la población. *Invenio: Revista de Investigación Académica*, 13(24), 4362. Retrieved from <http://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2056/servlet/articulo?codigo=3394289&info=resumen&idioma=ENG>
- Zapana, J. G., Villalta, P., Mamani, M., y Escobar, F. (2014). EFECTO DEL ABONO ORGANICO Y FERTILIZANTES QUIMICOS EN LA PRODUCCION DE SEMILLA BOTANICA Y RAIZ TUBEROSA DE LA MAUKA (*Mirabilis expansa* (Ruiz y Pavón) Standley). *Revista Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Investigation*, 17(1), 7378. <https://doi.org/10.18271/ria.2015.80>
- Zuo, X., Zhang, J., Zhou, X., Zhao, X., Wang, S., Lian, J., Knops, J. (2015). Changes in carbon and nitrogen storage along a restoration gradient in a semiarid sandy grassland, 69, 18.

*Producción de raíz tuberosa en cultivo de "mauka" (Mirabilis expansa [Ruiz y Pavón] Standley) con aplicación de abonamiento orgánico y fertilización química en Puno - Perú*