

Caracterización física y química de la tuna (*Opuntia ficus indica*) en el municipio de Luribay, La Paz – Bolivia

Carla Maribel Paucara Condori¹, Carmen Rosa Del Castillo Gutierrez²

Resumen

Se realizó la caracterización física y química de la tuna como fruto, este tipo de planta tiene la capacidad de adaptabilidad a diferentes climas, el fruto mediano de buen sabor y de las variedades roja, naranja y blanca. Para el estudio se recolectaron muestras de tuna del municipio de Luribay, de las comunidades de Achocara Alto y Bajo. Las variables que se evaluaron fueron: diámetro del fruto, peso total, peso de la pulpa, cascara y su grosor, peso de semillas, tamaño de semilla, cantidad de semillas, las mismas fueron estadísticamente iguales. Respecto a su composición química se analizaron las variables, valor energético, fibra, proteínas, grasas, cenizas, carbohidratos, minerales, vitaminas, cantidad de agua y cantidad de sacarosa en las tres variedades, los resultados reportan que la variedad de color naranja reporta niveles altos de vitamina A y C, Calcio, grasa, y °Brix, seguida de la variedad de color rojo con cantidad alta de cenizas, valor energético, fosforo, fibra y carbohidratos y respecto a la variedad de color blanca altos niveles de proteína y humedad.

Palabras clave: Caracterización física y química, tuna (*Opuntia ficus indica*), La Paz, Bolivia.

INTRODUCCIÓN

La tuna (*Opuntia ficus indica*) es ahora parte del paisaje natural y de los sistemas agrícolas en muchas regiones del mundo. Típicamente existen tres sistemas principales de producción: comunidades de cactus silvestres, huertas familiares y plantaciones comerciales intensivas. La tuna se ha adaptado perfectamente a zonas áridas caracterizada por sequías, lluvias erráticas y suelos pobres expuestos a la erosión (Reynolds y Jiménez, 2003).

En los últimos años se ha incrementado el interés de la población mundial por un estilo de vida saludable; en este sentido, la nutrición juega un papel muy importante. La calidad de los alimentos está determinada, en parte, por su valor nutricional. Este valor aumenta o decrece según el tipo y contenido de los nutrientes presentes en ellos, por lo cual se ve interesante y muy importante tomar en cuenta sus características de la tuna en forma física y química. Es por estas razones que el objetivo de la investigación es realizar una caracterización física y química de la tuna en el municipio de Luribay, La Paz – Bolivia

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el municipio de Luribay que se caracteriza por los cultivos de frutales como el durazno (*Prunus persica*), manzanos (*Malus domestica*), uva (*Vitis vinifera*), cada una produce – fructifica en sus respectivas épocas del año. Los desniveles topográficos en la zona tienen influencia en el clima en el sector del altiplano y cabeceras es frío, la temperatura media varía de 5 a 15 °C, y en la estación de invierno descienden hasta 3 °C bajo cero, y en los valles la temperatura media llega a 18 °C, una precipitación promedio anual de 282 mm y con una humedad ambiental

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

² Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. crdel@umsa.bo

promedio de 50%, presenta dos épocas típicas, la seca y la lluviosa (SENAMHI, 2017). Las tunas encontradas en estos lugares fueron objeto de la investigación.

Metodología

El material biológico han sido las muestras recolectadas de tuna. El trabajo de investigación ha sido realizado con un procedimiento no experimental, es decir se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que se hace en la investigación no experimental es de observar los fenómenos tal como se da en su contexto natural, para después analizarlos (Kerlinger y Lee, 2002). El trabajo se desarrolló en tres etapas:

Primera etapa

Se usó el método de recolección y muestreo donde se tomaron muestras de tunas al azar, solo se recolectaron los frutos de aquellas plantas marcadas, para la investigación en estudio, las cuales han sido obtenidas del municipio de Luribay. Las muestras se tomaron al azar con la fórmula del número de plantas (NP), la cual proporcionó la cantidad de muestras necesarias para la validez del estudio. Estas muestras han sido obtenidas de los predios de Don Bladimir³, el terreno tenía una superficie plana de aproximado 500 m² y la distancia entre plantas de tuna de 2 m aproximadamente, información que se usó para calcular el número total de plantas y la cantidad de muestras que para la investigación.

$$NP = \frac{A}{d^2}$$

Dónde: NP = número total de plantas; A = área; d = distancia entre plantas.

$$NP = \frac{500m^2}{(2)^2} = 125 \text{ plantas}$$

La fórmula establecida para el número de muestras ha sido la siguiente:

$$n' = \frac{s^2}{V^2} \quad ; \quad n = \frac{n'}{1+(n'/N)}$$

Dónde: N = tamaño de la población; V² = varianza de la población al cuadrado; S² = varianza de la muestra; n = tamaño de la muestra; n' = tamaño de la muestra ajustada.

Entonces los resultados han sido los siguientes:

$$n' = \frac{0,09}{0,0004} = 225$$

$$n = \frac{225}{1 + (225/125)} = 80,30 \dots 80 \text{ muestras de tuna}$$

Para la caracterización morfológica de la tuna, se usaron 20 tunas de las 80 tunas muestreadas en total, y las variables medidas han sido: color del fruto, peso total del fruto, peso de la pulpa, peso de la cascara, peso total de la semilla, diámetro del fruto, grosor de la cascara, número de semillas por fruto y tamaño de semilla. Las tunas muestreadas en la zona de estudio, se recogieron en las zonas de

³ Dueño de los terrenos y del cultivo de tuna, de los pocos que mantienen la diversidad del cultivo en los valles interandinos del departamento de La Paz, Bolivia.

Achocara, las variedades naranja, amarilla y blanca, estas recogidas por el método aleatorio sin sujeto a elección preferencial.

El análisis comparativo t-student, ha sido el que se usó para el tratamiento de la información, que es una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeña. La prueba de t-student se utiliza para contrastar hipótesis sobre medias en población con distribución normal. También proporciona resultados aproximados para los contrastes de medias en muestras suficientemente grandes cuando estas poblaciones no se distribuyen normalmente (aunque en este último caso es preferible realizar una prueba no paramétrica).

Las fórmulas que se utilizaron fueron:

$$H_0 \rightarrow \mu_n = \mu_n$$

$$H_A \rightarrow \mu_n < 0 > \mu_n$$

$$T_t \text{ para } GL = n_1 + n_2$$

$$T_c = \frac{\chi_1 - \chi_2}{S_x} * \sqrt{\frac{n_1 * n_2}{n_1 + n_2}}$$

$$s_x = \sqrt{\frac{s_1^2(n_1 - 1) + s_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Segunda etapa

En esta etapa se realizó el análisis bromatológico, realizado por el Instituto de Servicios de Laboratorios de Diagnóstico e Investigación en Salud (SELADIS) que pertenece a la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas de la Universidad Mayor de San Andrés. Los parámetros que se analizaron fueron los siguientes: valor energético, fibra, proteínas, grasas, cenizas, carbohidratos, minerales, vitaminas, cantidad de agua y cantidad de sacarosa. Los cuales me permitieron saber la composición química y sus proporciones en porcentaje del fruto de la tuna. Se tomaron en cuenta los tres tipos más comunes de consumo para esta investigación, tuna naranja, roja y blanca.

Tercera etapa

Se recopilaron datos para probar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento (Hernández et al., 2014). Para esta investigación se realizó una encuesta a productores en el municipio de Luribay, se realizó una encuesta de diez preguntas, en las comunidades de Achocara Bajo y Achocara Alto, ambas comunidades hacen una sumatoria de 167 habitantes en total y de acuerdo al cálculo de la muestra del total de la población se re realizo 42 encuestas a las personas del lugar de trabajo.

RESULTADOS

Caracterización de la las plantas in situ

En las comunidades de Achocara Alto y Achocara Bajo se tomaron datos de las características generales de la planta de tuna con los promedios siguientes: altura de la planta entre 0.8 a 1.5 m y un diámetro de 20 a 50 cm, las pecas con unas medidas de 20 a 30 cm de largo por 15 a 25 cm de ancho y de 2 a 3 cm de espesor; y las hojas transformadas en espinas en forma de garra miden entre 4 a 5 mm de longitud; las flores están localizadas en la parte superior de la penca que miden entre 6 a 7 cm de longitud. La Tabla 1 presenta las características agronómicas de los frutos muestreados.

Tabla 1. Caracterización agronómica del fruto de la tuna.

VARIABLES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Color del fruto	R	R	B	B	B	N	N	N	B	R	B	N	R	R	B	N	B	N	R	N
Peso total del fruto (g)	72.0	104.2	112.1	120.2	116.4	194.8	134.1	97.4	98.4	113.7	123.1	145.1	116.6	84.1	91.0	130.9	85.6	125.7	126.0	128.0
Peso de pulpa (g)	30.9	53.1	66.3	62.6	62.8	100.3	60.8	48.6	56.4	64.2	67.2	84.1	63.1	41.7	47.1	80.6	58.9	65.6	93.1	71.7
Peso de cascara (g)	40.8	50.4	45.5	55.1	52.9	93.9	69.9	48.1	42.8	47.0	44.8	59.9	52.2	39.9	43.3	48.7	25.3	58.9	32.6	52.7
Peso total de la semilla (g)	2.3	2.5	2.6	2.9	2.5	4.2	2.5	2.5	2.7	2.6	2.8	3.5	3.7	2.3	2.4	2.6	4.1	3.6	4.1	2.7
Diámetro del fruto (cm)	4.5	4.9	5.4	5.1	5.5	5.1	5.4	4.9	5.5	5.1	5.0	5.4	4.8	4.6	5.4	4.8	4.9	4.1	5.2	4.4
Tamaño del fruto (cm)	6.5	7.0	8.0	7.1	6.5	9.5	7.7	8.1	7.7	7.2	6.8	8.2	7.5	7.7	7.0	8.3	6.3	7.3	8.4	7.0
Grosor de la cascara (cm)	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.6	0.7	0.6	0.7	0.8	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.6	0.7	0.6
N° de semilla/fruto	245	254	263	276	268	298	256	252	272	274	268	269	270	240	274	263	256	268	279	258
Tamaño de semilla (cm)	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

R = Variedad roja; B = Variedad blanca; N = Variedad naranja.

Para las comparaciones de las variables se pudo determinar por medio de la prueba t de student, ya que el diseño ha sido no experimental, este tipo de prueba nos ayuda a determinar la hipótesis ya sea nula o la hipótesis alterna de las comparaciones. Para esta prueba se realizó las comparaciones por pares, es decir comparamos por variedades, la primera prueba es la variedad roja con la variedad blanca (R y B), luego la variedad blanca con la variedad naranja (B y N) y finalmente las variedades Roja con la variedad naranja (R y N), respectivamente para todas las variables estudiadas (Tabla 2 a, b y c).

Tabla 2a. Comparación de pares por color de tunas.

Prueba de análisis estadístico	R y B		B y N		R y N	
Media	102.77	106.69	106.69	136.56	102.77	136.56
Varianza	429.55	222.51	222.51	869.33	429.55	869.33
Observaciones	6.00	7.00	7.00	7.00	6.00	7.00
Grados de libertad	11.00		12.00		11.00	
Estadístico t	-0.40		-2.40		-2.35	
Valor crítico de t	-1.80		-1.78		-1.80	

Peso total R=B B<N R<N

Tabla 2b. Comparación de pares por color de tunas.

Prueba de análisis estadístico	R y B		B y N		R y N	
Media	58.02	58.54	58.54	73.11	58.02	73.11
Varianza	492.99	71.57	71.57	288.17	492.99	288.17
Observaciones	6.00	7.00	7.00	7.00	6.00	7.00
Grados de libertad	11.00		12.00		11.00	
Estadístico t	-0.06		-2.03		-1.39	
Valor crítico de t	-1.80		-1.78		-1.80	

Peso pulpa R=B B<N R<N

Tabla 2c. Comparación de pares por color de tunas.

Prueba de análisis estadístico	R y B		B y N		R y N	
Media	58.02	58.54	58.54	73.11	58.02	73.11
Varianza	492.99	71.57	71.57	288.17	492.99	288.17
Observaciones	6.00	7.00	7.00	7.00	6.00	7.00
Grados de libertad	11.00		12.00		11.00	
Estadístico t	-0.06		-2.03		-1.39	
Valor crítico de t	-1.80		-1.78		-1.80	

Peso cascara R=B B<N R<N

Análisis bromatológico de las tunas en estudio

Las Tabla 4 y 5 presentan el análisis bromatológico y el análisis comparativo realizado en las muestras de tuna roja, blanca y naranja.

Tabla 3. Análisis bromatológico de la tuna.

Componente	Unidades	Color rojo	Color naranja	Color blanco	Método de ensayo
Vitamina A	ug/100g	7.908	12.42	6.40	Espectrofotometría
Carbohidratos	%	10.395	9.455	9.51	Fehling
Proteína	%	0.66	0.51	1.13	Kjendhal
Grasa	%	0.22	0.26	0.17	Barshal
Fibra	%	4.97	3.14	3.63	Hidrolisis acido base
Calcio	mg/100g	37.39	39.59	34.09	Volumetría
Fosforo	mg/100g	23.62	22.17	20.82	Espectrofotometría
Valor energético	kcal/100g	46.14	42.19	44.11	Calculo
Humedad	%	79.08	79.48	79.57	Gravimétrico
°Brix	°Brix	18.834	23.29	20.82	Refractometría
Cenizas	%	0.383	0.35	0.34	Gravimetría
Vitamina C	mg/100g	15.72	18.16	17.23	Espectrofotometría

Tabla 4. Resultados del análisis comparativo.

Componente	Unidades	Bajo	Medio	Alto
Vitamina A	ug/100g	Blanco	Rojo	Naranja
Carbohidratos	%	Blanco	Naranja	Rojo
Proteína	%	Naranja	Rojo	Blanco
Grasa	%	Blanco	Rojo	Naranja
Fibra	%	Naranja	Blanco	Rojo
Calcio	mg/100g	Blanco	Rojo	Naranja
Fosforo	mg/100g	Blanco	Naranja	Rojo
Valor Energético	kcal/100g	Blanco	Naranja	Rojo
Humedad	%	Rojo	Naranja	Blanco
°Brix	°Brix	Rojo	Blanco	Naranja
Cenizas	%	Blanco	Naranja	Rojo
Vitamina C	mg/100g	Rojo	Blanco	Naranja

Respecto a la vitamina A es considerada como un antioxidante y se encuentra también en el fruto de la tuna, los datos obtenidos mostraron que la variedad que tiene mayor cantidad de esta vitamina es la variedad de color naranja con el 12.42 ug/100 g, seguida de la variedad de color rojo con el 7.90 ug/100 g y finalmente la variedad de color blanco con el 6.40 ug/100 g, por lo tanto si uno esta con déficit de esta vitamina A se recomienda consumir la variedad de color naranja.

Los carbohidratos se consideran uno de los principales nutrientes de nuestra alimentación. Por lo cual en este análisis se pudo verificar que la variedad de tuna de color rojo presenta una mayor cantidad de hidratos de carbono con un 10.40 %, la variedad de color naranja con un 9.56 %, y de menor valor la blanca con el 9.51.

La proteína fue medida mediante el método Kjendhal, el que presenta mayor proteína con un 1.13 % es la variedad blanca, luego la roja con 0.66 % y la naranja con 0.51 %, como se reporta la presen la

presencia de proteína en esta fruta ayuda como complemento en la alimentación. La grasa, existe en menor cantidad en la variedad de color blanco con un 0.17 %, y las variedades roja y naranja con mayor cantidad de grasa, con 0.22 y 0.26 % respectivamente. Respecto a la fibra medida con el método de ensayo de hidrólisis ácido base, los datos reportan que la variedad con mayor cantidad de fibra es la variedad de la roja con un 4.97 %, la variedad de color blanco con el 3.63 % y la variedad con menor cantidad de fibra es la naranja con 3.14 %.

El calcio es uno de los minerales más importantes para el bienestar del cuerpo humano y útil para la plata, el fruto de la tuna de la variedad de color naranja presenta 39.59 mg/100 g de calcio, seguida de la de color rojo con 37.39 mg/100 g y la de menor cantidad de calcio con el 34.09 mg/100 g de color blanco. El fósforo juntamente con el calcio es también uno de los minerales importantes, por lo cual según los datos obtenidos en el fruto de tuna roja presenta mayor cantidad de fósforo con el 23.62 mg/100 g, seguida de la variedad color naranja con el 22.17 mg/100g y finalmente la variedad de color blanco con el 20.82 mg/100g.

El valor energético o cantidad de calorías en el análisis del fruto de la tuna, se encontró mayor cantidad de calorías en la variedad de color rojo con 46.14 Kcal/100g, la variedad naranja con un valor medio de 42.19 Kcal/100g y la variedad blanca con 44.11 Kcal/100g. La humedad, cantidad de agua que existe en el fruto de la tuna, la variedad de color blanco reportó un 79.57 %, la variedad naranja y roja con 79.57 y 79.08 % respectivamente.

Los grados Brix determina el cociente total de sacarosa que se encuentra en el fruto de la tuna, la variedad que reportó mayor cantidad de sacarosa fue la variedad naranja con el 23.29 °Brix, seguidamente la blanca con 20.82 °Brix y la roja con 18.83 °Brix. Las cenizas representa la cantidad de minerales y un índice de calidad en el fruto, en este caso el análisis de la tuna tiene una mayor índice de cenizas en la variedad de color rojo con el 0.38 %, seguida de la variedad naranja con el 0.35 % y la de menor es la variedad blanca con el 0.34 %. La vitamina C es esencial para la construcción y el mantenimiento de los tejidos en el cuerpo del ser humano. El análisis reporta que la variedad que tiene mayor cantidad de vitamina C es la naranja con el 18.16 mg/100 g, las variedades blanca y roja con valores de 17.23 y 15.72 mg/100 g respectivamente.

Variables calificables

Para identificar los conocimientos, usos, hábitos, percepciones y creencias que tiene la gente respecto a los valores nutritivos del fruto de la tuna, se realizó una encuesta que permitió recoger información sobre el cultivo de la tuna. Esta encuesta se realizó mediante visitas a familias de las comunidades de Achocara Alto y Achocara Bajo pertenecientes al municipio de Luribay, se tomó en cuenta los datos de los productores de la zona y aquellos productores de tuna.

De las 42 personas encuestadas el 95 % señala que consumen el fruto de la tuna y el 5 % no la realiza. Luribay es considerada una zona rica en producción frutícola, no se deja atrás la producción de tuna, por lo cual el 95 % de las personas del lugar si consumen con toda facilidad ya que esta cultivada en casi todas sus hogares y/o parcelas en poca o mucha cantidad, se asevera que la mayoría de la comunidad de Achocara consume el fruto de tuna.

Respecto al consumo el 57 % de las personas utilizan como alimento, el 17 % de las otras en salud, como remedios caseros, y los demás como forraje, alimento, ayuda al suelo y cercas vivas. Se puede indicar que se podría dar otros usos al cultivo de tuna. Los pobladores señalan en un 90 % que no tienen suficiente información sobre la cantidad y calidad de nutrientes que tiene este fruto y el otro 10 % indica saber pero con poca claridad los nutrientes que tiene este fruto.

Se reporta, que el 67 % es de consumo rápido ya que muchas veces se puede encontrar por las calles ya peladas y frescas para consumirlas, el 23 % por el costo, y los otros porcentuales de 7 y 2% son por la adquisición y su valor nutritivo respectivamente. El 50 % de los agricultores utilizan mayor a 1 hectárea en cultivos de tuna, los otros como 1 hectárea, ½ hectárea y ¼ de hectárea están con el 29, 12 y 9 % respectivamente. Se cultiva principalmente como fuente de recursos económicos. La producción de tuna en promedio es de 70 a 80 tunas por planta, está directamente relacionado por la presencia de plagas, como la cochinilla pues deja a la planta improductiva completamente. Los agricultores indicaron que solo se cosecha una vez al año, a inicios del mes de diciembre y a finales del mes de enero y/o febrero. Los productores las venden en cajas, estas cajas pueden contener entre 100 a 120 tunas, a un precio entre 80 a 100 Bs (1 USD = 6.96 Bs), que depende del tamaño de las tunas.

CONCLUSIONES

Las características físicas evaluadas en la tuna, analizada por el método de comparación t-student, se observó las diferencias entre las variedades de color rojo, naranja y blanca. Los resultados resaltaron a la variedad naranja, los datos obtenidos en base al peso, como el peso total, peso de la pulpa, peso de la cascara y de semilla, la variedad que destacó es la variedad naranja ya que de mayor importancia es el peso de la pulpa, la pulpa es la porción comestible del fruto y de este modo es como es comercializada, con un peso promedio de 73.11 g a comparación de la variedades roja y blanca.

En el caso del tamaño, la variedad naranja reportó el mayor tamaño con un promedio de 8.01 cm, esta comparada por el análisis de comparaciones t-student al respecto con las variedades de color rojo y blanco. En el diámetro la variedad de color blanco es la que destacó puede ser por la forma casi redondeada que tiene está, a comparación de las otras variedades que son ovaladas y más largadas esta con un diámetro promedio de 5.26 cm.

En el número de semillas los datos resultaron ser iguales estadísticamente demostrados por las pruebas de comparación t-student, puede ser debido a que contiene dos tipos de semillas las viables y abortivas, los cuales modificaron algún tipo de diferencia entre las variedades de tuna, de igual manera el grosor de la cáscara resultaron ser iguales, puede ser que sea a modificación en su clima o tal vez la falta o exceso de agua en algunos sectores del cultivo.

Respecto a las características químicas, se evaluó la composición química de las diferentes variedades de tuna, la naranja, roja y blanca por lo que se pudo observar, en cuanto a la proteína, carbohidratos, grasas, fibra, calcio, fósforo, valor energético, cenizas, vitaminas A y C, humedad y °Brix que fueron analizados en los laboratorios del Seladis, resultó que la variedad de color naranja tiene altos niveles de vitamina A con un 12.42 ug/100g, grasa con el 0.26 %, Calcio con 39.59 mg/100g, Vitamina C con 18.16 g y 23.29 °Brix. Se podría estimar que la variedad de color naranja es de mayor dulzor y tiene las mayores cualidades de un fruto nutritivo.

Seguidamente la variedad de color rojo también tiene cualidades nutricionales importantes, como los carbohidratos con el 10.40 %, fibra 4.97 %, fósforo 23.62 mg/100 g, valor energético de 46.14 Kcal/100 g, y cenizas de 0.38 %. Pero esta tal vez sería destinada a otro tipo de dieta, a sujetos que requieran aumentar de peso.

También la variedad de color blanco destaca en ciertos nutrientes como la proteína con 1.13 % y la cantidad de agua con el 79.57 %. Se estima que sería destinada a sujetos que quieran tener menor cantidad de grasa y mayor músculo.

En las encuestas realizadas en la investigación, se pudo observar que la mayoría de la gente consume el fruto de la tuna, ya que es un fruto muy agradable al paladar, es de consumo rápido y económico. En cuanto a los usos sobre la planta de tuna como tal, lamentablemente no tiene muchos, la explotación

está centrada solo en la fruta, poco en la planta y mucho menor en explotación con las cochinillas, se puede realizar mayor manejo de la *Opuntia* con la información apropiada así mejorando y explotándola en forma óptima y productiva. Respecto a la información que la población tiene sobre la composición química del fruto, estas son casi nulas, ya que no existe información respecto a este fruto. En nuestro país es insuficiente la explotación e información sobre esta planta, aun no se han realizado mayores investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Hernández S. R., Fernández C., Bautista P. L., 2014. Metodología de la Investigación. Ed. McGraw-Hill. México. 634 p.

Kerlinger, F. N. y Lee, H. B., 2002. Investigación del comportamiento: métodos de investigación las ciencias sociales, México: McGraw-Hill Interamericana Editores.

REYNOLDS, S., y JIMÉNEZ E., (2003), “El nopal (*Opuntia* spp.) como forraje. Estudio FAO producción y protección vegetal”, México ,169 p.

SENAMHI (Servicio Nacional De Meteorología E Hidrología), 2017. Boletines agro meteorológicos decenales (Altiplano, Amazonia, Chaco y Valles). <https://www.senamhi.gob.bo/altiplano.php>