



Avances en ciencia y tecnología agropecuaria y desarrollo rural

Cienciagro Vol.2 Nr.1 (2012)

Predadores de plagas en cultivos andinos del altiplano
Caracterización agronómica del plátano 'CV' "Enano Gigante" bajo manejo no convencional en Apatzingán Michoacán, México

Álvarez H. et al. (1-8)

Descripción anatómica per se y particularidades osteológicas del esqueleto apendicular de *Agouti Paca*

Moreno M. et al. (27-38)

Descripción anatómica per se y particularidades osteológicas del esqueleto apendicular axial de *Agouti Paca*

Moreno M. et al. (17-26)

Compostaje altoandino, seguridad alimentaria y cambio climático

Chilon E. (9- 16)

Elaboración de bocaditos de Tunta, Maíz (*Zea mays*) amarillo duro y zanahoria (*Daucus carota*) procesados por extrusión

Medina E. et al. (39-44)

Determinación de la difusividad térmica en carne de Alpaca (*Lama pacos*) en congelación

Ancco V. y Huamán C. (45-50)

Análisis de la sostenibilidad de la producción de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el interseccional boliviano

Medrano E. et al. (51-60)

Importancia del huerto casero en la seguridad alimentaria. Caso de la comunidad indígena Camëntsá del Valle de Sibundoy, Colombia

Palacios y Barrientos J.C. (61-66)



PAGINA EDITORIAL DE LA REVISTA

Título: CienciaAgro

Editorial: Instituto Agrario Bolivia

Editor en Jefe: Dr. Juan Carlos Torrico Albino

Dirección: Av. Kantutani N. 900 Of. 14L

La Paz – Bolivia

Casilla Postal 1557 LP-Bolivia

E-mail: info@institutoagrario.org

Página-web: www.institutoagrario.org/cienciagro

Impresión: AGRARIO-Editorial

Edición actual: Vol.2 Nr.1 (2012)

ISSN 2077-317X

Depósito Legal Bolivia: 4-4-144-09

Foto portada: Pixabay

PANEL EDITORIAL

Dr. Juan Carlos Torrico Albino - Universidad de Ciencias Aplicadas Colonia - Alemania. Instituto de Tecnología en los Trópicos. Betzdorfer Str. 2. 50679 Cologne/Germany

Dr. René Chipana Rivera - Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Calle Héroes del Acre 1850. La Paz-Bolivia.

Dr. Marc J.J. Jansens - Universidad Friedrich Wilhelm Bonn. Facultad de Agronomía. Auf dem Hügel 6. D-53121 Bonn.

Dra. Mónica Avilés - Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas. Mexicali, Baja California, México.

Dr. David Cruz Choque - Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Calle Héroes del Acre 1850. La Paz-Bolivia.

Dr. Juan Carlos Barrientos - Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Av. Carretera 30 N° 45-03 Conmutador Bogotá.

Dra. Magali García - Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Calle Héroes del Acre 1850. La Paz-Bolivia

Dr. Luiz Roberto Calado - FEA-USP-Brasil. Avenida Professor Luciano Gualberto, 908 - Butantã - São Paulo/SP - 05508-010.

Dr. Bruno Condori Ali. UMSA- Catholic University of Louvain. Place de l'Université B-1348 Louvain-la-Neuve-Belgium.

Dr. René Rodolfo Ayala. Université Louis Pasteur de Strasbourg (Universidad de Estrasburgo). 24 rue Humann 67000 Strasbourg - Francia.

Dr. Jürgen Pohlen. Universidad de Bonn. Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz (INRES). Auf dem Hügel 6. D-53121 Bonn.

COORDINACIÓN

Isabel Mallea y Verónica Escalante

EDICIÓN y DISEÑO

Carlos Andres Torrico, Alison Benavides

CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DEL PLÁTANO `CV` “ENANO GIGANTE” BAJO MANEJO NO CONVENCIONAL EN APATZINGÁN MICHOACÁN, MÉXICO

Agronomic characterization of banana `cv` “Enano Gigante” under non-conventional handling in Apatzingán Michoacán, México

Álvarez-Hernández, J. C.* Venegas-Flores, S. Chávez-Vargas A.

Escuela de Ciencias Agropecuarias, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

*Autor para correspondencia, e-mail: jcalvarh@umich.mx

RESUMEN

A pesar de que el cultivo de plátano `cv` “enano gigante”, ha permanecido por más de 20 años en Michoacán México, actualmente se carece de información respecto a la aplicación de componentes técnicos de manejo generados bajo las condiciones de la región, lo que ha llevado a la adopción de sistemas de producción desarrollados para otras regiones productoras de plátano, y que no han sido adaptables a las condiciones ambientales de la región; también existe una tendencia mundial orientada a la sustitución parcial y periódica de los insumos sintéticos. Por lo anterior y con la finalidad de generar información local sobre el comportamiento de este cultivar de plátano, bajo un manejo alternativo al convencional, se estableció un experimento con dos tratamientos (adición de bio-fertilizante líquido junto con y sin micorrizas) y tres repeticiones, en la Escuela de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en Apatzingán Michoacán, México, durante junio 2009 a junio 2010. Se registraron variables agronómicas del desarrollo (circunferencia y altura del pseudotallo, número y tamaño de hojas, longitud del peciolo y número de hijuelos) y productividad (número de manos/racimo, frutos/mano, pesos de última y penúltima mano, tamaño de fruto y peso de fruto y racimo). No se detectaron diferencias estadísticas en el registro de las variables. Se concluye que es posible obtener buenos rendimientos (23.1 ton ha⁻¹) mediante la adopción de alternativas no convencionales; y la caracterización del `cv` “enano gigante” aportan elementos para programar actividades en el manejo del cultivo.

Palabras clave: bio-fertilizante líquido, micorrizas, variable, evento fenológico.

ABSTRACT

Although the banana culture `cv` “enano gigante” has remained by more than 20 years in the “Valle de Apatzingán” in Michoacán México, at the moment it is lacked information respect to the application of technical components of handling generated under the conditions of the region, which has taken to the adoption of developed production systems for other producing regions of banana, and that has not been adaptable to the environmental conditions of region; also, there is a worldwide trend aimed to the partial and periodic substitution of synthetic supplies. By the previous and with the purpose to generate local information on the behavior of this banana cultivation, under a alternative management to the conventional, an experiment with two treatments (addition of liquid bio-fertilizer jointly with and without mycorrhizal) and three replications it was established, in the Escuela de Ciencias Agropecuarias of the Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo in Apatzingán Michoacán, México, during June 2009 to June 2010. Agronomic variables of the development (circumference and height of the pseudostem, number and size of leaves, length of the petiole and number of hijuelos shoots) and productivity were registered (number of hands/cluster, fruits/hand, weights of last and penultimate hand, fruit size and fruit weight and cluster). No statistical difference was detected in the registration of variables. It concludes that it is possible to obtain good yields (23.1 ton ha⁻¹) by means the adoption of non-conventional alternatives; and the characterization of `cv` “enano gigante” contributes elements to schedule activities in crop management.

Keywords: bio-fertilizer, mycorrhizal, variable, phenological event.

INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa* spp.) pertenece a la familia Musáceae, se caracteriza por presentar pseudotallos compuestos de vainas foliares estrechamente ceñidas y ligeramente abultadas en la base (Samson, 1991). Siendo importante para el consumo humano, a nivel mundial, existe una alta demanda de esta fruta.

Durante el año 2008, en México se establecieron 79,375 ha, donde Chiapas ocupó el primer lugar con 25,007 ha, seguido de Veracruz 15,162, Tabasco 10,422, Nayarit 7,027, Colima 5,504 y Michoacán en 6to lugar con 3,930 ha (SIAP, SAGARPA, 2010); por otro lado, el 32.1% el sistema de producción es bajo riego y el 67.8% en condiciones de temporal, en las áreas irrigadas el rendimiento promedio es de 35 ton ha⁻¹ y en temporal el rendimientos promedio es de 22.8 ton ha⁻¹; sin embargo, las áreas productoras de plátano en México tienen un potencial de producción superior a las 80 ton ha⁻¹ (Orozco et al., 2004).

En el Valle de Apatzingán en Michoacán, este cultivo presenta ventajas competitivas a diferencia de otras zonas productoras del país como son: la cercanía de los principales puntos de consumo y distribución, la improbable presencia de huracanes y ciclones, vientos reducidos, ausencia de heladas, baja incidencia de plagas y enfermedades y caminos de acceso adecuados para sacar el producto en cualquier época del año (Anónimo, 1983).

A pesar de lo anterior, el sistema tradicional de producción ha llevado a la baja rentabilidad del cultivo, cuyo efecto colateral repercute en la reducción de la superficie plantada, pues la principal forma de manejo es bajo prácticas agrícolas inadecuadas desarrolladas para otras regiones, y sobresaliendo el manejo empírico de la fertilización química (Orozco et al., 2004). Siendo el plátano un cultivo muy exigente en fertilización (200-400 kg de N, 75-100 kg de P y 150-200 kg de K) (Ordaz, 1979; Orozco et al., 2004), pues el 75% del costo de producción se emplea en el abonado, es necesario considerar alternativas de manejo sustentable del cultivo, sin degradar los recursos naturales, además de que sea económico y seguro para quienes los aplican.

En la actualidad, el manejo adecuado de la biodiversidad, el uso eficiente del agua y la utilización de los recursos microbiológicos como el uso de biofertilizantes (Méndez y Viteri, 2007; Álvarez et al., 2010) y micorrizas (Lopes et al., 2005) son un factor clave para el desarrollo de cultivos.

Particularmente, es de interés los efectos de la simbiosis micorrizica en este cultivo, pues se resume aporta beneficios al aumentar su capacidad para absorber ciertos nutrientes minerales, siendo especialmente eficaces en la asimilación del fósforo, produce cambios físicos, bioquímicos y fisiológicos en las raíces colonizadas que conducen a un mejor estado general de la planta y contribuyen a aliviar las situaciones de estrés vegetal de carácter abiótico (metales pesados, salinidad) y bióticos (compensación de daños, activación de mecanismos de defensa, cambios microbianos en la rizosfera entre otros (Lin y Chang, 1987; Girija y Nair, 1988; Lin y Fox, 1987; Jaizme-Vega et al., 1991).

Aunque la variedad de plátano “enano gigante” ha permanecido en el Valle de Apatzingán desde la década de los 80’s (Anónimo, 1983), aún se carece de información respecto a la aplicación de componentes técnicos de manejo generados y validados para las condiciones de la región, lo que ha llevado a la adopción de sistemas de producción desarrollados para otras regiones productoras de plátano. Esto a su vez, lleva a generar información bajo condiciones particulares de la región (Álvarez-Hernández y Venegas-Flores, 2009). Con la finalidad de documentar el comportamiento y diseñar prácticas agronómicas eficientes en el manejo del cultivo de la variedad “enano gigante”, los objetivos planteados son: caracterizar el desarrollo de plantas y determinar su comportamiento productivo bajo un manejo no convencional en Apatzingán Michoacán.

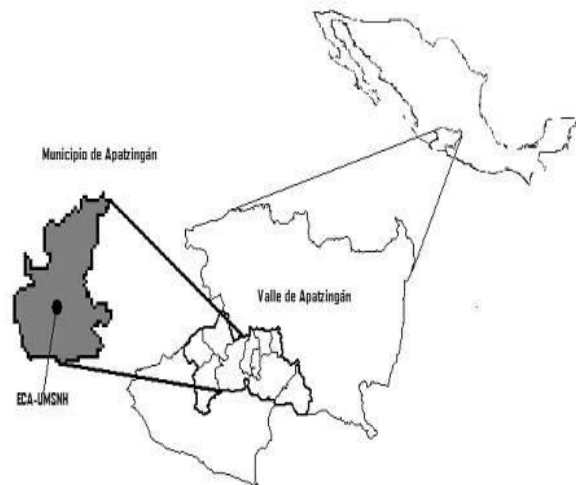


Figura 1. Ubicación del área de estudio, Apatzingán Michoacán México.

MATERIAL Y METODOS

La investigación se realizó en el campo experimental de la Escuela de Ciencias Agropecuarias (ECA) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), en Apatzingán Michoacán México (Fig. 1), durante los meses de junio de 2009 a junio de 2010, geográficamente se localiza a 19° 05' 00" de Latitud Norte y 102° 22' 17" de Longitud Oeste, con clima cálido semi-seco, el menos seco de los BS con lluvias en verano; las temperaturas media anual es de 28° C, mínima de 20° C y máxima de 37.7° C; la precipitación media anual es de 834 mm, mínima de 500 mm y máxima de 972.8 mm y una altitud de 314 msnm (García, 1988).

El tipo de suelo en el sitio experimental es vertisol pélico (arcilloso). Los registros de precipitación y temperatura durante el periodo del cultivo aparecen en la Tabla 1, y las características físico-químicas del suelo se muestran en la Tabla 2: El material vegetativo (rizomas o cormos) provino de una plantación de plátano cv "enano gigante" en etapa de producción.

Se seleccionaron los más uniformemente posible y de aspecto visual sano. En una área de 2,160 m², se establecieron 240 plantas en 6 líneas (la emergencia de hojas se uniformizó después de 45 días), el sistema de plantación fue marco real a 3 x 3 m. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con dos tratamientos con tres repeticiones.

En el primer tratamiento se aplicaron micorrizas (*Glomus fasciculatum*) (Micofert®) en dosis de 100 g/planta aplicadas al momento de la plantación, mas

adición de bio-fertilizante líquido a base de una mezcla de estiércol de murciélago y componentes de origen orgánico (773-297-2762 ppm de N-P-K; Álvarez et al., 2010). En el segundo tratamiento se aplicó únicamente bio-fertilizante líquido. La dosis del bio-fertilizante líquido para ambos tratamientos fue 20 ml/L de agua (2 aplicaciones foliares y 1 en riego/mes durante la etapa de desarrollo).

El sistema de riego fue por gravedad con intervalos de 8 a 10 días. El tamaño de muestra o parcela útil fue de 90 plantas etiquetadas (45 plantas con micorrizas y bio-fertilizante líquido y 45 plantas con bio-fertilizante líquido).

Las variables consideradas en etapa de desarrollo (211 días) fueron la circunferencia del pseudotallo (12 cm arriba del suelo), altura (de la base del suelo hasta la unión del peciolo de la última hoja desarrollada con el pseudotallo), número de hojas (hojas desarrolladas), longitud del peciolo (10ma hoja de la unión con el pseudotallo hacia la lámina foliar) y área foliar (largo x ancho de la 10ma hoja) y número de hijuelos. En etapa de productiva (334 días) se registró el número de manos/racimo, dedos (fruto)/mano, peso total de racimo peso/última y penúltima mano, peso y tamaño (circunferencia y longitud) de dedo y rendimiento estimado. Se efectuaron análisis de varianza con el paquete estadístico SAS (1997). Paralelamente, en el 50% de la población de plantas, se registraron los principales eventos fenológicos, desde el establecimiento y hasta la cosecha.

Tabla 1. Registro de temperatura y precipitación durante el transcurso del ensayo 2009-2010, Apatzingán Michoacán, México.

Mes	Temperatura promedio (°C)			Precipitación (mm)
	Máxima	Mínima	Media	
Junio 2009	36.8	21.9	29.4	48.7
Julio 2009	34.3	21.6	28.0	148.7
Agosto 2009	35.3	21.6	28.4	106.5
Septiembre 2009	33.7	21.9	27.8	87
Octubre 2009	33.4	21.5	27.5	62.5
Noviembre 2009	34.3	17.5	26.0	0.0
Diciembre 2009	32.2	16.26	24.3	1.5
Enero 2010	30.5	15.8	23.2	44.5
Febrero 2010	29.5	15.5	22.5	111.5
Marzo 2010	34.7	15.9	25.4	0.0

Abril 2010	37.0	17.9	27.4	0.0
Mayo 2010	39.1	20.7	29.9	0.0
Junio 2010	36.2	22.1	29.2	88.0

Fuente: CONAGUA. Registros climatológicos. DDR 097 “Lázaro Cárdenas

Tabla 2.

Características físico-químicas del suelo de la parcela experimental, Apatzingán Michoacán, México.

Variables físico-químicas	Resultado	Calificación
pH	7.8	Alcalino
Materia orgánica (%)	3.09	Medio
Nitrógeno inorgánico (mg/kg)	16.5	Bajo
Fósforo (mg/kg)	23.5	Muy alto
Potasio (mg/kg)	1,150	Muy alto
C. I. C. (mol/kg)	27	(≤5 - 40≥)
Densidad aparente (Ton/m ³)	1.14	---

RESULTADOS Y DISCUSION

Las variables del desarrollo de planta a los 211 días después de siembra (periodo de emergencia de la inflorescencia), indican que no son diferentes estadísticamente (Tabla 3), y cuyos valores oscilaron entre 54.64 a 55.21 cm para la circunferencia de tallo, 167.66 a 168.82 cm para altura de pseudotallo, 16.52 a 16.79 para número de hojas, 21.93 a 22.22 para longitud del peciolo, 140.79 a 144.99 cm por 60.13 a 63.13 largo por ancho de tamaño de hoja y 7.53 a 8.13 hijuelos por banco.

Respecto a las variables productivas (334 días después de siembra y ciclo de cosecha) del `cv` “enano gigante”, los análisis estadísticos practicados no revelaron diferencias estadísticas entre los dos tratamientos (Tabla 4). El número de mano por racimo fluctuó de 6.73 a 6.93, frutos por mano 19.33 a 20, peso de ultima y penúltima mano 3.77 a 3.24 y 2.95 a 3.32 kg, respectivamente, peso de fruto de 187 a 198 g, tamaño de fruto 19.74 cm largo y circunferencia de 12.44 a 12.50 cm y por ultimo peso de racimo de 20 a 20.8 kg.

Durante el ciclo de cultivo, los principales eventos fenológicos del plátano `cv` “enano gigante” fueron

registrados en el 50% de la población de la siguiente manera: el prendimiento de la planta (primera hoja desarrollada) ocurrió a los 8 días después de manifestar el inicio de desarrollo de la hoja; la decima hoja desarrollada (hoja de muestreo) se presentó a los 118 días; la emergencia total de hojas ocurrió a los 190 días; el inicio de la floración a los 211 días y el ciclo de cosecha (racimos morfológicamente desarrollados o rendidos) a los 334 días (Fig. 2).

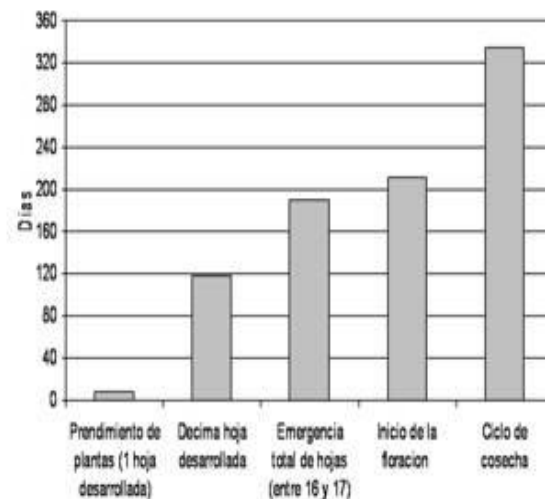


Figura 2. Principales eventos presentes en el 50% de la población del plátano cv “enano gigante” en Apatzingán Michoacán, México.

Al comparar los resultados arrojados de las variables de desarrollo y productividad de plantas de plátano tratadas durante el ciclo del cultivo, se aprecia que estadísticamente son iguales (Tablas 3 y 4), esto nos indica dos cosas, una que las plantas respondieron positivamente a la adición del bio-fertilizante líquido, y la segunda, que bajo las condiciones ambientales y de campo de Apatzingán Michoacán México, el plátano cv “enano gigante” no respondió a la micorrización, y esto puede atribuirse a que el material vegetal que se utilizó son cormos en estado de “dormancia”, que al momento de ser colocados en campo pasan por una fase de generación de raíces y hojas que puede durar hasta 45 días, por otra parte, la cepa del hongo utilizada, quizás no fue la adecuada.

Los reportes que existen de la eficacia de las micorrizas en plátano, son principalmente pruebas enfocadas a la respuesta de plantas producidas in vitro (Rizzardi, 1990; Declerck et al., 1994; Declerck et al., 1995; Yano-Melo et al., 1999) y evaluadas bajo condiciones controladas y procesos de adaptación bajo diferentes sustratos (Calderón, 2004; Lopes et al., 2005), otros trabajos, donde se simulaban las condiciones de cultivo de los sistemas de producción comercial (Jaizme-Vega y Pinochet, 1997; Jaizme-Vega et al., 2002) evalúan los efectos de los hongos micorrizicos (nativos y cepas de colección) bajo dosis reales de fertilizante durante las primeras fases de cultivo, concluyen que es posible utilizar el plan de fertilización de un vivero comercial y conseguir un efecto de micorriza significativo. Por lo anterior, es necesario realizar pruebas de inoculación más finas en campo donde se incluyan métodos e

intervalos de aplicación variados y la exploración y uso de cepas nativas.

Entre los reportes sobre características de plátano cv “enano gigante”, Ramírez y Rodríguez (1996), mencionan el comportamiento del cultivo para Tabasco y Norte de Chiapas en México, bajo un clima cálido subhúmedo y manejo convencional, la altura de planta alcanza 2.3 m; la floración ocurre a 240 días, el ciclo de cosecha a 382 días posteriores y el peso promedio de racimo 29.6 kg, sin embargo, estos datos difieren a los obtenidos en este estudio, ya que las condiciones ambientales son totalmente diferentes en Apatzingán Michoacán México (clima cálido semi-seco), lo que acelera los ciclos de floración y cosecha en las plantas (211 y 334 días, respectivamente) a diferencia de Tabasco y Norte de Chiapas México, donde el clima es cálido subhúmedo; la altura de la planta también es diferente, sin embargo, en nuestro caso, la altura se consideró desde la base del suelo hasta la intercepción del último peciolo con el pseudotallo.

Por otra parte, Yzquierdo-Arébalos et al. (2003) reportan un estudio realizado en Tabasco México, sobre el comportamiento fenológico del cultivo sometido a diferentes espaciamientos de drenes (10, 20 y 40 m), a los 329 días posteriores, en el mejor espaciamiento de dren (10m) se registró una altura de planta de 155.91 cm, diámetro del pseudotallo de 15.53 cm, el número de hojas 6.58 y el peso de racimo de 9.4 kg, estas dos últimas variables reportadas salen del rango del cultivar pues no se especifica cómo se realizó el muestreo, además para el pseudotallo reportan el diámetro y no la circunferencia.

Por último, considerando el marco de plantación de 3 x 3 m (1,111 plantas/ha) y un peso medio de racimo de 20.8 kg, el rendimiento estimado para un ciclo anual de producción (334 días) es de 23,108 kg ha⁻¹.

Tabla 3. Desarrollo de planta de plátano cv “enano gigante” a 211 días después de siembra en Apatzingán Michoacán, México.

Trat.	Circunferencia de pseudotallo (cm)	Altura de pseudotallo (cm)	No. de hojas	Long. peciolo (cm)	Tamaño de hoja (cm)		No. de hijuelos
					Largo	Ancho	
Bio-fert. líquido C/mic.	54.64±2.88 a [†]	167.66±10.42 a	16.52±0.30 a	22.22±0.44 a	140.79±2.11 a	60.17±2.51 a	8.13±0.75 a
Bio-fert. líquido S/mic.	55.21±1.70 a	168.82±5.47 a	16.79±0.40 a	21.93±0.60 a	144.99±8.60 a	63.13±3.45 a	7.53±0.50 a

C. V. (%)	4.21	4.94	2.15	2.38	4.38	4.90	8.20
-----------	------	------	------	------	------	------	------

[†] *Medias ± desviación estándar seguidas de la misma letra dentro de columnas no difieren estadísticamente (P<0.05).*

Tabla 4.

Características productivas de plátano cv “enano gigante” a 334 días después de siembra en Apatzingán Michoacán, México.

Trat.	No. de manos/racimo	No. de frutos/mano	Peso de mano (kg)		Peso de fruto (g)	Tamaño de fruto (cm)		Peso de racimo (kg)
			Última	Penúltima		Longitud	Circ.	
Bio-fert. líquido C/mic.	6.73±0.57 a [†]	19.33±0.92 a	3.77±0.97 a	2.95±0.45 a	198±0.03 a	19.74±1.59 a	12.50±0.96 a	20.8±6.30 a
Bio-fert. líquido S/mic.	6.93±0.30 a	20.0±2.77 a	3.24±1.28 a	3.32±0.64 a	187±0.03 a	19.74±1.39 a	12.44±0.74 a	20.0±8.83 a
C. V. (%)	6.75	10.52	31.60	17.53	17.84	7.66	7.04	36.64

[†] *Medias ± desviación estándar seguidas de la misma letra dentro de columnas no difieren estadísticamente (P<0.05).*

CONCLUSIONES

El desarrollo y productividad del plátano, únicamente se vio reflejado de manera positiva por la adición del bio-fertilizante líquido y no por la adición de micorrizas.

Bajo las condiciones ambientales del Apatzingán Michoacán, el ciclo de cosecha ocurre a 334 días después del amarre de planta (manifestación de 1er. hoja en desarrollo).

El registro de las variables que caracterizan al plátano cv “enano gigante” aportan elementos para programar

actividades en el manejo del cultivo, además sirven de sustento para comparación con otros cultivares.

Es posible obtener buenos rendimientos del cultivo (23.1 ton/ha) mediante la adopción de alternativas de manejo no convencional.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de la Escuela de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por el apoyo e interés en el desarrollo de este trabajo

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ, J. C. y VENEGAS-FLORES, S. 2009. Desarrollo de plantas de plátano (*Musa spp.*) mediante un manejo sustentable en Apatzingán Michoacán. 5to. Congreso Estatal de Ciencia y Tecnología. Morelia Michoacán, México. p. 284

ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ, J. C.; AGUIRRE-DUARTE, A. y VENEGAS-FLORES, S. 2010. Producción de biofertilizante líquido a base de estiércoles y compuestos orgánicos en Michoacán, México. XII Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. Abril 28-30, 2010. Chapingo México. pp. 72-73.

- ANÓNIMO. 1983. Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del Campo Agrícola Experimental Valle de Apatzingán. CIAPAC.-INIA.-SARH. Apatzingán Michoacán, México. p. 138-145.
- CALDERÓN, P. A. A. 2004. Estudio de sustratos y micorrizas arbusculares en la adaptación de vitroplantas de banano (*Musa spp*). Tesis de Maestría. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. 105 p.
- DECLERCK, S.; DEVOS, B.; DELVAUX, B. y PLENCHETTE, C. 1994. Growth response of micropropagated banana plants to VAM inoculations. *Fruits* 49(2): 103-109.
- DECLERCK, S.; PLENCHETTE, C. y STRULLU, D. G. 1995. Mycorrhizal dependency of banana (*Musa acuminata* AAA group) cultivar. *Plant and Soil* 176: 183-187.
- GARCÍA, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ta. ed. UNAM. México. 246 p.
- GIRIJA, V. K. y NAIR, S. K. 1988. Incidence of VAM in banana varieties. *Indian Journal of Microbiology* 28(3-4): 294- 295.
- JAIZME-VEGA, M. C.; GALÁN, V. y CABRERA, J. 1991. Preliminary results of VAM effects of banana under field conditions. *Fruits* 46(1): 19-22.
- JAIZME-VEGA, M. C. y PINOCHET, J. 1997. Growth response of banana to three mycorrhizal fungi in *Pratylenchus goodeyi* infested soil. *Nematropica* 27(1): 69-76.
- JAIZME-VEGA, M. C.; ESQUIVEL-DELAÑO, M.; TENOURY, P. y RODRÍGUEZ-ROMERO, A. S. 2002. Efectos de la micorrización sobre el desarrollo de dos cultivares de platanera micropropagada. *INFOMUSA* 11(1): 25-28.
- LIN, C. H. y CHANG, D. C. N. 1987. Effect of three *Glomus* endomycorrhizal fungi on the growth of micropropagated banana plantlets. *Trans. Mycol. Soc. Rep. China* 2(1): 37-45.
- LIN, M. y FOX, R. 1987. External and internal P requirements of mycorrhizal and non-mycorrhizal banana plants. *Journal of Plant Nutrition* 10(9-16): 1341-3148.
- LOPES, L. P.; MARTINS, M. A.; RODRIGUES, L. A. y SCHIAVO, J. A. 2005. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira micorrizadas em diferentes recipientes. *Rev. Bras. Frutic. Brasil.* 27(1): 84-87.
- MÉNDEZ, M. J. y VITERI, S. E. 2007. Alternativas de biofertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en Cucaita, Boyacá. *Agronomía Colombiana.* 25(1): 168-175.
- ORDAZ, O. F. 1979. La fertilización del cultivo de plátano en la región de Apatzingán, Michoacán. In: Becerra, R. S., Valdéz, V. J. y Medina, V. V. M. (eds.) *Primer Simposium sobre el cultivo de plátano en el Estado de Colima.* CAET.-CIAPAN.-INIA.-SARH. México. pp. 53-63.
- OROZCO, R. J.; OROZCO, S. M. y PÉREZ, Z. O. 2004. Diagnostico y recomendación nutricional y de riego para banano en el trópico seco. XVI Reunión Internacional Acorbat. Oaxaca, México. p. 192.
- RAMÍREZ, S. G. y RODRÍGUEZ, C. J. C. 1996. Manual de producción de plátano para Tabasco y Norte de Chiapas. Folleto Técnico No. 13. INIFAP-CIRGC-CEH. Tabasco, México. 80 p.

COMPOSTAJE ALTOANDINO, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y CAMBIO CLIMATICO

Andean composting, food security and Climate change

Chilon Camacho, Eduardo

Facultad de Agronomía-UMSA, UCB-UACTiahuanaco, CIDES-UMSA
eduardochilon@gmail.com

RESUMEN

Las bases productivas de las comunidades campesinas de la zona altoandina de Bolivia y de los países de Latino América, están siendo severamente afectadas por el cambio climático, siendo urgente medidas de protección de la seguridad alimentaria de cientos de familias campesinas asentadas en estas zonas de climas contrastantes y altitudes cercanas a los 4000 metros s.n.m.; una alternativa viable y práctica es la alimentación del suelo vivo con el abono compost. La presente investigación, que corresponde a la segunda fase del proyecto “Alimento al suelo vivo y seguridad alimentaria frente a los riesgos del cambio climático”, con la experiencia inicial de más de 12 años de trabajo en comunidades rurales, estudió en condiciones controladas el comportamiento de las cinco modalidades de compostaje más promisorias, seleccionadas de la primera fase; evidenciándose que las mejores condiciones en calidad y tiempo de compostación, de 1.5 a 2 meses, se presenta en los tratamientos con activadores biológicos locales de fermentos de tarwi y quinua, que contienen altos niveles de proteína, en comparación a los tratamientos con activadores de yogurt, levadura y suero de leche. También se verificó el efecto benéfico del compost sobre la fertilidad física, química y biológica de suelos agrícolas, sobre todo en el mejoramiento de la capacidad edáfica de almacenamiento del agua y en el incremento de la cosecha de la papa, cultivo de seguridad alimentaria andina, sextuplicándose los rendimientos en relación al promedio nacional; también se comprobó la potencialidad del compost altoandino como alternativa de biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos, superando en efectividad al humus de lombriz. Las siguientes fases de la investigación prevén ensayos con otros cultivos de seguridad alimentaria en diferentes pisos ecológicos, la biorremediación de suelos contaminados y el estudio e identificación científica de los microorganismos presentes en el compost altoandino.

Palabras clave: Compost, abonamiento orgánico, microorganismos del suelo, biorremediación, producción ecológica y cambio climático.

ABSTRACT

The production basis of the rural communities in the Andean highlands of Bolivia and Latin American countries is being severely affected by climate change, therefore it becomes urgent to take measures to protect food safety of hundreds of peasant families living in these areas of contrasting climates and altitudes around 4000 meters above sea level, a viable and practical alternative is feeding the living soil with manure compost. This research, which corresponds to the second phase of the project “Food for the living soil and food safety facing the risks of climate change”, with the initial experience of more than 12 years working in rural communities, studied the behavior of five most promising methods of composting, selected from the first phase, under controlled conditions, proving that the best quality and weather conditions in composting, from 1.5 to 2 months, is presented in the treatments with local biological activators, tarwi and quinoa seeds, which contain high levels protein, compared to treatment with activators of yogurt, yeast and buttermilk. We also observed the beneficial effect of compost on physical, chemical and biological agricultural soils, especially in improving the soil capacity of water storage and increasing the harvest of potatoes, food safety of high-Andean crop, sixfolding yields in relation to the national average; we also found the potential of compost as an alternative to bioremediation of soil contaminated with hydrocarbons, outstripping the humus. The next phase of research includes tests with other food safety crops in different ecological niches, bioremediation of contaminated soils and scientific study and identification of microorganisms in the high-andean compost.

Keywords: Compost, organic composting, soil microorganisms, bioremediation, ecological production and climate change.

INTRODUCCIÓN

El espacio geográfico altoandino de Iberoamérica, desde tiempos inmemoriales cobijaba a una numerosa población, caracterizada por una matriz cultural de respeto a la naturaleza, de cuidado y abrigo a la tierra llamándolo “Madre tierra”, y en su concepción seminal holística, desde hace más de 500 años atrás, se consideraba al suelo como un ser vivo y un vientre cósmico, al que había que “alimentar”, para garantizar la continuidad y reproducción de la vida. Los recursos naturales se cuidaban y usaban racionalmente, la conquista española quebró y desarticuló este sistema armónico hombre-naturaleza.

En el momento actual, el cambio climático está afectando seriamente a las poblaciones más vulnerables de los andes bolivianos y de los países andinos, la escasa e irregular distribución de la precipitación, aparejada a la desertificación, y a la severa erosión de los suelos de las planicies y laderas altoandinas, visibilizan con enorme alerta, el alto riesgo en que se encuentra la seguridad alimentaria de nuestras poblaciones rurales.

El compost surge como una alternativa para “alimentar” a nuestros suelos y coadyuvar en la disminución de los riesgos del cambio climático; el compostaje no es una técnica nueva de elaboración de abonos orgánicos, porque se práctica en muchos lugares del mundo, pero en el caso de la zona altoandina de Bolivia, se está investigando aquellas cuestiones que no fueron definitivamente resueltas que tienen que ver con el excesivo tiempo de obtención del compost y con su calidad, y los aportes que contribuyen a las solución están relacionados con un método adecuado de compostación, con la utilización de activadores biológicos locales (ABL), las dosis de aplicación al suelo para mejorar su fertilidad e incrementar los rendimientos de cultivos, por otro lado se investiga y ensaya su uso en la biorremediación de suelos contaminados y la identificación de los microorganismos del compost.

El objetivo de esta segunda fase, fue estudiar en condiciones controladas, los tratamientos de compost seleccionados de la primera fase¹, y evaluar su efecto en la producción de alimentos frente a la problemática que nos plantea el cambio climático y la biorremediación de suelos contaminados, y sentar las bases para la fase² de identificación de los

¹ Los resultados de la primera fase de la investigación, se publicaron en CienciAgro Vol.2, No. 1(2010) 221-227, Junio 2010, www.institutoagrario.org

² Las siguientes fases del proyecto de investigación, corresponderán entre otras variables de estudio, a la cuantificación e identificación de los microorganismos

microorganismos responsables de la compostación altoandina.

ESTADO DE ARTE Y BASES CONCEPTUALES

Con referencia al estado de arte del estudio, la primera experiencia de compostaje altoandino se realizó el año 1999 en la Comunidad de Achaca-Tiahuanaco, con el método clásico indore, requiriéndose más de 11 meses para el compostaje; si bien este compost se probó con buenos resultados en la producción de cultivos, el reto y exigencia de las familias campesinas, por factores optimización de tiempo y economía, fue disminuir el tiempo de compostación sin desmejorar la calidad del abono final. (Chilón, E. 2010)

Con la finalidad de disminuir el tiempo de compostación se ensayaron diversas modalidades de elaboración de compost, en diferentes comunidades altoandinas, con el uso de activadores biológicos, y la sustitución de la cal, que generaba condiciones adversas en la compostación, por ceniza local proveniente de fogones rústicos, que además de sus cualidades de atenuación de la reacción o pH en el proceso de descomposición, enriquece el compost con potasio y otros nutrientes minerales. Como activadores biológicos se ensayaron más de 19 fermentos, entre ellos mezclas de cereales, chuño, frutas, hortalizas, zanahoria, tomate, melaza de caña, levadura, leche pura, suero de leche, yogurt, rumen de animales, macerado de hojas de hortalizas y el mismo compost diluido en agua.

Se observó que los derivados de la leche principalmente el yogurt y el suero de leche, así como la levadura y en menor medida algunos activadores de productos locales, presentaban un excelente efecto en la activación biológica del compost, disminuyéndose paulatinamente el tiempo de obtención del abono orgánico de 7 a 3.5 meses. Con estos resultados a partir del año 2002 se comienza el trabajo de transferencia de la metodología a las Comunidades; esta actividad se intensifica los años 2005 a 2008 en el marco del proyecto PROMARENA (Chilón, E. 2009)

Paralelamente se continuó con la investigación científica en las mismas comunidades y en el campus de experimentación de Agronomía de la UAC-Tiahuanaco, observándose y verificándose que el rol de los activadores biológicos resulta fundamental, porque “activan” a los microorganismos locales, acelerándose el proceso de compostación. Además se continuó con los experimentos de obtención y efectos de los activadores biológicos

responsables de la compostación, con trabajo de laboratorio y un posible análisis molecular.

locales, y ensayos del efecto del compost en la fertilidad de los suelos y sobre el rendimiento de los cultivos de seguridad alimentaria.

Se realizó la evaluación del comportamiento térmico del compostaje, en condiciones controladas, verificándose que el proceso de compostación altoandina se desarrolla en el rango de 15 a 50° centígrados, identificándose cuatro etapas o momentos de diferente duración y dinámica, una etapa inicial de corta duración, una fase de alta temperatura, luego una fase de maduración de mayor tiempo de duración, y la fase final de culminación del compostaje (Chilón, E. 2010).

Se comprobó que un buen manejo y cuidados durante la compostación, con una aireación adecuada mediante volteos oportunos y la dotación de agua en cantidades necesarias, así como la aplicación de un activador biológico adecuado disminuye el tiempo de compostación, y garantizan la obtención de un abono orgánico final de buena calidad, para su uso directo en los campos de cultivo (Chilón, E. 2010).

El camino recorrido a lo largo de 12 años, por esta investigación-acción, involucrando a las comunidades campesinas y a los recursos humanos que se forman en nuestras Universidades, han posibilitado desarrollar y ampliar los siguientes conceptos y definiciones:

Compostaje altoandino: Técnica de elaboración de abono orgánico, en ambientes altoandinos cercanos a los 4.000 metros sobre nivel del mar, con la utilización de materiales locales altoandinos, rastrojos de cosecha, paja de cereales, estiércol de bovinos, ovinos y de camélidos, ceniza de fogón, activadores biológicos locales de quinua, tarwi, yogurt, levadura y agua, con el manejo de la aireación y la humedad, con la obtención del producto final de 1.5 a 2 meses.

Compost CA-TB1g: compost que corresponde a la primera generación de compostaje altoandino, realizado en Tiahuanaco y en otras comunidades campesinas, período 1999-2007; CA-TB1G significa Compost altoandino-Tiahuanaco Bolivia 1° generación.

Compost CA-TB2g: compost correspondiente a la segunda generación, y es un compost altoandino elaborado con una técnica estandarizada, con el uso de activadores biológicos locales y en proceso de transferencia masiva a las comunidades campesinas. CA-TB2g significa Compost Altoandino-Tiahuanaco Bolivia 2° generación.

Activadores biológicos locales (ABL): Sustancias orgánicas obtenidas de la fermentación o chicha de quinua, tarwi y otros cultivos andinos con un contenido

proteico significativo, que aportan microorganismos para el proceso de compostación, activando a los microorganismos presentes en el material inicial, que responsables del proceso de descomposición.

Activadores biológicos convencionales (ABC): Sustancias resultantes del procesamiento de la leche caso yogurt, suero de leche, y también del aislamiento de microorganismos de levadura, que coadyuvan al proceso de compostación.

Comportamiento térmico del Compost altoandino: El proceso de compostaje altoandino presenta cuatro etapas o momentos de diferente duración y comportamiento térmico, una fase inicial de corta duración, una fase térmica activa con altos valores de temperatura, una fase de maduración de mayor duración con disminución gradual de la temperatura, y la fase de culminación del compostaje (Chilón, E. 2010^a).

Microorganismos del compost: Un gramo de compost contiene de 50 a 200 millones de microorganismos entre bacterias, algas verde-azules, hongos, actinomicetos, protozoarios, amebas y otros, siendo responsables de los procesos de humificación, mineralización, ciclos de los nutrientes, síntesis de hormonas, vitaminas, sustancias mucilaginosas que favorecen el desarrollo de los cultivos y las bases de la fertilidad de los suelos agrícolas (Chilón, E. 1997)

Suelo vivo: Es un cuerpo natural e independiente, que nace crece, desarrolla y puede morir, es tridimensional y trifásico, dinámico y reacciona a los estímulos. El suelo que se origina de la roca geológica por acción de los agentes climáticos y de los microorganismos, gracias a la población microbial, esta suelta y fría roca que promueve el proceso geológico adquiere "vida" y llega a ser un cuerpo natural productivo. El fundamento de la recuperación de los suelos es regenerar la vida biológica del suelo (Chilón, E. 2003)

Alimento al suelo vivo: Aplicación al suelo de abonos orgánicos pre-humificados, elaborados cuidadosamente, caso del compost, en dosis adecuadas y al fondo del surco al momento de la siembra. El respeto al suelo vivo se manifiesta en alimentarlo con excelentes abonos orgánicos y no con estiércol fresco, estiércol seco o materiales contaminados (Chilón, E. 2010^b)

Biorremediación con compost: Proceso técnico de recuperación de suelos contaminados con hidrocarburos, con intervención y acción de los microorganismos del compost, bajo condiciones controladas y con un manejo adecuado de la humedad y la aireación. (Mita, M. 2007)

UBICACIÓN DE LA ZONA EXPERIMENTAL

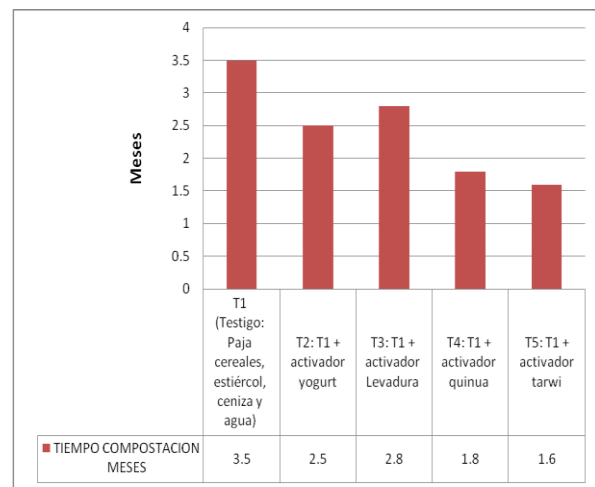
La investigación del compostaje en condiciones controladas y de su uso en la producción de cultivos, se realizó en los campos experimentales de la Carrera de Agronomía UAC-Tiahuanaco de la Universidad Católica Boliviana, ubicada en la comunidad Achaca, Municipio de Tiahuanaco, Provincia Ingavi, Departamento La Paz, Bolivia, a una altitud de 3872 metros s.n.m., que en condiciones normales presenta temperaturas promedio de 8°C y mínimas de -10°C y una precipitación promedio de 350 a 500 mm/año. Estos valores climáticos están variando significativamente, como consecuencia de los efectos del cambio climático. En la investigación participaron como apoyo los estudiantes de las materias de Edafología y Fertilidad de Suelos, de la UCB UAC Tiahuanaco y de la Facultad de Agronomía de la UMSA.

METODOLOGIA

La investigación integra el paradigma cuantitativo y cualitativo, la primera considera los fenómenos observables, susceptibles de medición, análisis y control experimental del compost, caso de la temperatura, propiedades físicas y químicas, población de microorganismos; la segunda es de tipo explicativa y descriptiva con sus respectivas categorías de calificación del olor, color y aspecto del compost, lo que permite realizar comparaciones y posibles contrastes del estado y calidad de los diversos tipos de compost. Los tratamientos a investigarse se definieron en base a los resultados de la primera fase de la investigación.

El estudio estadístico de los tratamientos de compost, se realizó en diseño bloques completos al azar con cuatro repeticiones, con un total de 20 unidades experimentales, evaluándose los parámetros de temperatura, duración de la compostación, volumen inicial y volumen final, características físicas químicas y biológicas. En el caso de los ensayos de campo del efecto del compost en el rendimiento de cultivos y sobre las propiedades del suelo, se utilizó el mismo diseño y las mismas repeticiones.

Figura 1: Tratamientos y Tiempo de Compostación



RESULTADOS

Se evaluó el comportamiento térmico, el tiempo de compostación y la calidad de los tratamientos más promisorios, seleccionados en la primera fase de la investigación, ensayándose los activadores biológicos locales de fermento de quinua, fermento de tarwi, yogurt, suero de leche y levadura, evidenciándose que ha mayor contenido de proteína del activador, mayor es el efecto sobre la compostación. Se utilizaron materiales locales, estiércol de bovinos y camélidos, restos de paja de cereales, rastrojos de cosecha, agua y ceniza de fogón. Este último es un insumo local que se encuentra en los hogares campesinos y proviene de la combustión de la “bosta” (estiércol seco) y de la thola (*Parastrephia lepidophylla*), contándose con una metodología estandarizada de compostaje, que se ha continuando difundiendo en las Comunidades campesinas.

Se verificó que los tratamientos con la aplicación de los activadores biológicos locales, sumado a un buen manejo y cuidados durante la descomposición, con volteos oportunos para lograr una buena aireación y un riego en cantidades adecuadas, garantizan la obtención de un compost de excelente calidad, listo para su uso directo en el mejoramiento de la fertilidad de los suelos, en la producción de cultivos y en la biorremediación de suelos contaminados (Cuadro 1).

Se observó un efecto de “activación” de los activadores biológicos, sobre los microorganismos locales, lo que determinó una aceleración de la descomposición, comprobándose que a mayor contenido de proteína de la fuente del activador - caso de la chicha de quinua y

chicha de tarwi- mayores su efectividad en la aceleración de la compostación (Fig. 1).

El comportamiento térmico y la dinámica del compostaje altoandino, se mostró diferente a los reportes de otros ensayos realizados en Yungas y valles (1, 2, 11, 13); las temperaturas del compost altoandino, se evaluaron durante todo el proceso de descomposición, mostrando curvas térmicas diferenciales, con un proceso de

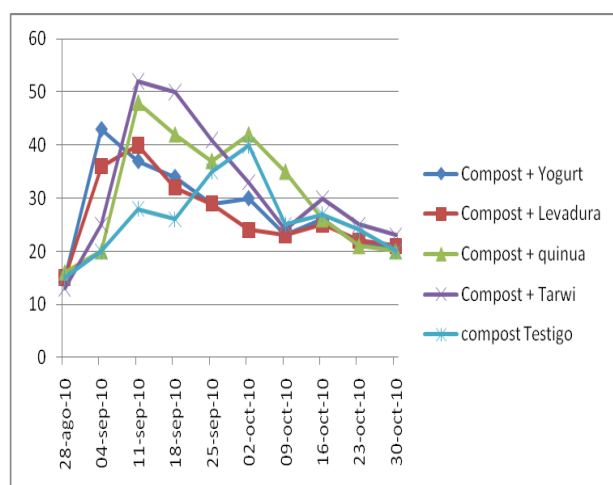
descomposición orgánica que se desarrolló en un rango promedio de 15°C a 50°C, verificándose las cuatro etapas térmicas de diferente duración y comportamiento, constatadas anteriormente (Chilón, E. 2010^a).

La 1° etapa inicial de corta duración, la 2° etapa térmica mayor que presenta los valores de temperatura más altos, la 3° etapa de maduración de mayor tiempo de duración, y la 4° etapa final de culminación del compostaje (Fig.2).

Cuadro 1. Resultados de la calidad de tratamientos de compost con el uso de activadores biológicos

N°	Parámetros	Compost + activador yogurt	Compost + activador levadura	Compost + activador fermento quinua	Compost + activador fermento tarwi	Compost Testigo
1*	pH agua (1:5)	8.03	8.08	8.04	7.79	7.92
2*	CE (dS/m)	2.85	3.06	3.55	2.81	2.96
3*	Carbono org. %	6.48	5.30	6.48	5.45	5.89
4*	Nitrógeno total %	1.12	1.08	0.92	0.98	1.03
5*	Fósforo %	0.36	0.35	0.31	0.28	0.28
6*	Potasio %	1.12	1.02	1.10	0.82	0.77
7*	Nitrato %	0.14	0.13	0.09	0.07	0.08
8*	Materia seca %	57.18	55.72	55.75	58.25	54.78
9*	Humedad %	42.82	44.28	44.25	41.75	45.22
1**	pH (solución salina)	5.5	5	5.5	5	5
2**	Recuento de colonias	150000	120000	200000	500000	80000
3**	Hongos	Abundantes	Escasos	---	---	Abundantes
4**	Bacterias	Coco bacilus Gram -, Diplococcus Gram +	Bacilus Gram -	Bacilos y Coco bacilos Gram +	Abundantes Coco bacilus Cram +	Cocos aislados Gram +

Figura 2: Comportamiento térmico promedio durante la compostación

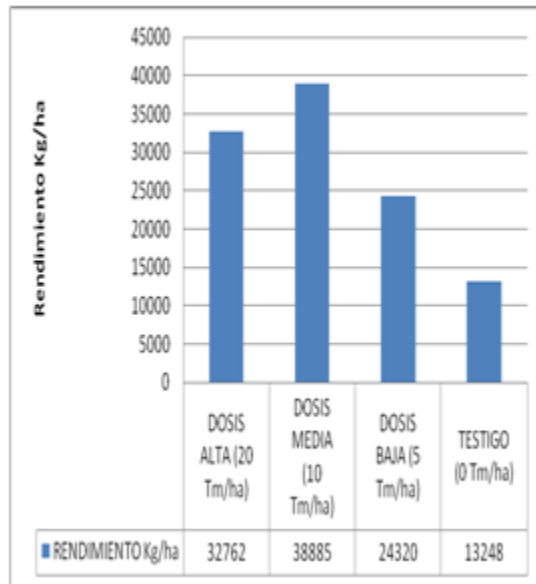


Durante la campaña agrícola 2009-2010, se evaluó el efecto del compost sobre las propiedades del suelo y sobre el rendimiento del cultivo de papa (variedad Huaycha), experimentándose una dosis alta (20 Tm/ha), dosis media (10 Tm/ha) y dosis baja (5 Tm/ha), comprobándose el efecto benéfico sobre las propiedades del suelo, principalmente en la densidad aparente, la porosidad, el almacenamiento del agua, reacción o pH, conductividad eléctrica y el % de nitrógeno del suelo. Estos resultados coinciden con aquellos reportados por otros ensayos realizados en la zona (Parra, N. 2009).

Se obtuvieron altos rendimientos de tubérculos, con 32,7 Tm/ha, 38,8 Tm/ha, 24,3 Tm/ha y 13,2 Tm/ha correspondientes a dosis alta, media y baja de compost. El mayor rendimiento obtenido con la dosis media (10 Tm compost/ha) se debería a una mayor mineralización y aporte de nutrientes, en tanto que una buena parte de la dosis alta se almacenó como abono residual para la próxima siembra. El mayor rendimiento obtenido con el

uso del compost, supera en 7 veces el promedio nacional, recomendándose la masificación del uso del compost en todas las comunidades rurales, por constituir una alternativa viable para garantizar la seguridad alimentaria frente a los riesgos del cambio climático. El experimento se replicó en el campus de Cota Cota, de la Facultad de Agronomía de la UMSA, con la misma tendencia en los resultados de la cosecha final. (Figura 3)

Figura 3. Efecto de tres dosis de compost sobre el rendimiento de cultivo de papa



Sobre el efecto del compost en la biorremediación de suelos contaminados con Diesel Oil, se realizó un experimento (2007) utilizando compost altoandino de la primera generación (CA-TB1g) y humus de lombriz, verificándose la potencialidad del compost y de sus

microorganismos en la recuperación de estos suelos, superando al humus de lombriz, en el período de evaluación de la disminución de los TPH. (Cuadro 2).

En la actualidad (2010-2011) se viene ejecutando otro experimento de biorremediación en suelos contaminados con aceites PBC (Policloruros de Benceno), ensayando el compost altoandino de la 2ª generación (CA-TB2g), humus de lombriz y estiércol fermentado, la evaluación de los tres primeros meses muestra una tendencia de mayor efectividad del compost, superando al humus de lombriz en número de UFC y en la disminución de los PBC, esperándose la conclusión del ensayo para la obtención de los resultados finales.

Los resultados obtenidos con el uso del compost altoandino CA-TB1g, en el mejoramiento de la fertilidad de los suelos agrícolas, en la producción de tubérculos y en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos, refuerzan la hipótesis que uno o varios microorganismos del compost altoandino, no identificados son los responsables de estos resultados.

Se requiere una cuidadosa investigación de laboratorio, para confirmar o descartar esta hipótesis; de confirmarse se tendría la posibilidad de aislarlo e industrializarlo y las comunidades altoandinas y de otras partes del mundo, contarían con un insumo biológico que facilitaría la obtención de un abono orgánico de alta calidad en el menor tiempo posible; este abono orgánico aplicado masivamente a los campos agrícolas garantizaría la seguridad alimentaria, frente a los riesgos del cambio climático. Asimismo se podría contar con un insumo biológico con alta potencialidad para la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos.

Cuadro 2. Biorremediación de suelo contaminado con Diesel Oil, con uso del compost altoandino CA-TB1g, humus de lombriz y estiércol fermentado

N.	PARAMETRO	Suelo testigo (Ayo Ayo)	Suelo contaminado (Ayo Ayo)	Suelo contaminado + Compost CA-TB1g	Compost CA-TB1g	Suelo contaminado + humus lombriz	Humus de lombriz
1	Microorganismos totales	7.2×10^4 cel/gr	1.3×10^4 cel/gr	8.3×10^4 cel/gr	$> 10^5$ cel/gr	1×10^5 cel/gr	$> 10^5$ cel/gr
2	Pseudomonas	00	00	00	1.1×10^3 cel/gr	00	10
3	Proteus ssp.	00	00	00	9.8×10^4 cel/gr	00	00
4	TPH (mg/Kg suelo) (Hidrocarburos Totales de Petróleo)		11010	8523 (2 meses) 7610 (3 meses)		10989 (2 meses) 8590 (3 meses)	
				Estimación 1000 (8 meses)			

CONCLUSIONES

De los cinco tratamientos de compost investigados en condiciones altoandinas, se verificó que los tratamientos de compost con activadores biológicos locales de fermentos de quinua y tarwi presentaron un menor tiempo de compostación y una alta calidad, superando a los otros tratamientos, evidenciándose que a mayor proteína presente en el activador local, se obtienen mejores resultados en el abono orgánico final.

Se comprobó el efecto benéfico de la aplicación del compost en el mejoramiento de la fertilidad física y química de los suelos agrícolas, y sobre la dinámica de la población microbiológica del suelo, que es la responsable de los procesos de síntesis, resíntesis, transformación y de los ciclos de liberación de los nutrientes para las plantas; con una excelente mejora de la capacidad de almacenamiento de agua por el suelo, contrarrestando los efectos del cambio climático y en el incremento del rendimiento de los cultivos de seguridad alimentaria, sextuplicándose los rendimientos de tubérculos de papa por hectárea en relación al promedio nacional.

Se verificó el potencial de los microorganismos del compost en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos, mostrando cierta capacidad específica para desdoblar la cadena de hidrocarburos y generar condiciones para la recuperación de los microorganismos originarios, superando en efectividad al humus de lombriz.

RECOMENDACIONES

Se hace necesario identificar mediante análisis especializados de laboratorio los géneros y especies de microorganismos del compost altoandino, responsables de la descomposición orgánica, del mejoramiento de la fertilidad de los suelos y de la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos.

Se debe continuar con los ensayos, con otros cultivos de seguridad alimentaria en diferentes pisos ecológicos, así mismo la experimentación en biorremediación de suelos contaminados con el uso de compost altoandino; también estudiar y caracterizar las propiedades biológicas de los activadores orgánicos locales caso de los fermentos de quinua y tarwi.

Al contarse con una técnica estandarizada de elaboración de compost en condiciones altoandinas con el uso de activadores biológicos locales (ABL), se recomienda continuar con la transferencia de esta técnica innovativa de compostaje a las comunidades altoandinas, para coadyuvar con la seguridad alimentaria frente a los riesgos del cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

COLQUE, R. (2003) "Evaluación y caracterización de tres modalidades de compost", Tesis de Ingeniero Agrónomo, Carrera de Agronomía, Escuela Militar de Ingeniería E.M.I. La Paz, Bolivia.

CORTEZ, J. (1998) "Comportamiento Agronómico de cinco variedades de soya, con la aplicación de compost en la región de Pahuata Sud Yungas". Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía UMSA. La Paz, Bolivia.

CHILON, E. (1991) "Efectos de la incorporación de enmiendas orgánicas en el mejoramiento de algunas propiedades del suelo relacionadas con su resistencia a la erosión y el rendimiento de cultivos". Memorias II Simposio de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Instituto de Ecología UMSA. La Paz-Bolivia.

CHILON, E. (1997) "Fertilidad de suelos y nutrición de plantas", 1º Edición, Ediciones CIDAT, La Paz-Bolivia.

CHILON, E. (2003) "Recuperación de suelos degradados con aplicación de compost". Informe técnico, Municipio de Coripata, La Paz-Bolivia.

CHILON, E. (2009) "Tecnologías ancestrales y reducción de riesgos del cambio climático". Ediciones CIDAT, La Paz-Bolivia.

CHILON, E., (2010)a "Compostaje altoandino, alimento al suelo vivo y cambio climático". *CienciAgro* Vol.2, No.1 (2010) 221-227

CHILON, E. (2010)b "Tecnologías Ancestrales vigentes frente al cambio climático en la Región Andina". Memorias del Taller Internacional "Experiencias y desafíos de adaptación al cambio climático en comunidades vulnerables de la región andina". Soluciones Prácticas-Bolivia, AID, UNESCO, CARE, La Paz.

PARRA, N. (2003) "Efecto de aplicación de fuentes orgánicas sobre las propiedades del suelo y en rendimiento de papa (*Solanum tuberosum*) en Sukakollus". Memoria de grado Técnico Superior Agropecuario, UAC Tiahuanaco, Universidad Católica Boliviana.

MITA, M. (2007) "Recuperación de Suelos Empetrolados mediante Bioaugmentación bacteriana con Compost y Humus en Patacamaya, Provincia Aroma, Departamento de La Paz", Tesis de Grado, Carrera de Agronomía, Escuela Militar de Ingeniería EMI, La Paz-Bolivia.

NORIEGA, Y. (2001) Evaluación de las propiedades de un suelo chaqueado comparado con otros con incorporación de su biomasa compostada en el cultivo de maíz (*Zea mays*). Tesis de Ingeniero Agrónomo, Carrera de Agronomía, Escuela Militar de Ingeniería E.M.I. La Paz, Bolivia.

SOLUCIONES PRACTICAS-BOLIVIA (2009) "Taller internacional Experiencias y Desafíos de adaptación al cambio climático en comunidades rurales vulnerables de la región andina" 21 -22 septiembre 2009, AID, UNESCO, CARE, AVINA, PLAN por la niñez, La Paz-Bolivia.

SOTOMAYOR, C. (2000) "Efecto del volumen de compost de pulpa de café en el desarrollo de plántulas, en vivero en la región de Sud Yungas". Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz, Bolivia

DESCRIPCIÓN ANATÓMICA PER SE Y PARTICULARIDADES OSTEOLÓGICAS DEL ESQUELETO AXIAL DE AGOUTI PACA

Axial anatomical description per se and osteological particularities

Moreno Melo, V.^{2*} PhD. Cardona, J.⁴ PhD. Sánchez Zúñiga, R.³ Acero-Rodríguez, D.¹ Gordillo Bahamon, M.¹

¹ Universidad de Cundinamarca

² Universidad de Cundinamarca-Sede principal Fusagasugá

³ Fundación Universitaria San Martín

⁴ Escuela de posgrados Universidad Nacional de Colombia.Sede Palmira.

Fac. de Cs. Agropecuarias. Programa de Zootecnia, Universidad de Cundinamarca-Sede principal Fusagasugá.
Diagonal 18 No. 20-28.

* Autor de correspondencia: vimorenomelo333@yahoo.es

RESUMEN

El conocimiento osteológico del Borugo es fundamental para su conservación y manejo zootécnico. Como objetivo se planteó describir osteológicamente la especie Agouti paca teniendo en cuenta el esqueleto axial. Métodos: El estudio usó tres ejemplares (dos machos y una hembra) muertos, decomisados por CORMACARENA y donados por Merecure Parque Agroecológico a la Universidad de Cundinamarca-Programa Zootecnia. Se hizo descripción anatómica axial (huesos de la cabeza, columna vertebral, costillas, esternón). Resultados: El análisis osteológico axial mostró: Cráneo=34 (incluidos los huesos del oído), columna vertebral=37, costillas=26, esternón=7 (Esternebrias), miembros torácicos=41, miembros pelvianos=39, hueso del pene=1; para un total de 186 en machos y 185 en hembra. Osteológicamente se resalta los huesos de la cara, más fuertes que los de cráneo, actuando como defensa natural anti-depredadores y anti-serpientes; característica no presente en otros roedores. Conclusión: El aporte de los conocimientos anatómicos de la especie de Agouti paca, es necesario en forma directa, en aspectos relacionados con fisiología, patología, epidemiología, manejo en cautiverio, e indirecta, creando conocimientos indispensables para la conservación de especies amenazadas y la zootecnia natural facilitada que permita su uso sustentable.

Palabras clave: fauna silvestre, osteología, recurso zogenético, zootecnia natural facilitada.

ABSTRACT

Boruga osteological knowledge is essential for conservation and animal management. The aim of this study is to describe the axial skeleton of the Agouti paca species. Methods: The study used three dead specimens (two males and one female), confiscated and donated by CORMACARENA-Merecure Agro ecological Park to the University of Cundinamarca-Programa de Zootecnia. Axial anatomical description was made (bones of the head, spine, ribs, and sternum). Results: The osteological analysis showed: Skull=34 (including ear bones), spinal cord=37, ribs =26, sternum=7 (sternebrae)=6 innominate (ilium, ischium and pubis), upper extremities=41, members pelvic = 39, penis bone=1, for a total of 186 bones in males and 185 bones in females. It could be highlighted the facial bones, stronger than those from the skull, acting as a natural defense antpredators and antsnakes not present in other rodents. Conclusion: The contribution of anatomical knowledge of the species A. paca, is necessary in a direct way in areas as physiology, pathology, epidemiology and captive management, and indirectly creating knowledge essential to the conservation of endangered species and natural animal breeding to that enables its sustainable use.

Key words: animal genetic resources, natural animal breeding, osteology, wildlife.

INTRODUCCIÓN

La fauna silvestre como componente de diversidad natural colombiana, ha sido fuente alimentaria, artesanal, comercial y medicinal para habitantes rurales de la región. Agouti paca, con varios nombres comunes usados en Colombia (Boruga común, Guagua, Guartinajo, Lapa, Conejo, Pintadillo, Guanta) (Otero, 1972-1977; Chamorro y Cubillos, 2007), en extinción debido a la cinegética (actividad de caza) (Mondolfi, 1972), es un roedor silvestre presente entre 1.000 y 1.600 m.s.n.m. del bosque subandino de todo Colombia (Otero, 1988; Lizcano et al., 2003; Trujillo et al., 2005; Moreno et al., 2009).

En especies silvestres, la información anatómica y/o radiográfica sobre esqueleto axil (Olivera et al., 2006) es escasa o completamente desconocida, principalmente en relación a los roedores como Agouti paca, haciendo difícil la descripción de afecciones y la interpretación de exámenes que involucran la parte ósea (Olivera et al., 2007). El estudio osteológico de la Boruga contribuirá al conocimiento de las estructuras anatómicas de esta especie, elemento esencial para el desarrollo de su producción, la ciencia veterinaria y el manejo zootécnico, y especialmente para profundizar en el manejo sanitario de estas especies tanto in situ como ex situ. Se reconoce en los programas regionales y nacionales la importancia económica y de uso de esta especie y otros roedores, por parte de habitantes rurales, manifestándose la necesidad de profundizar en las investigaciones que permitan la zootecnia, adecuado manejo sanitario y conservación de estas especies (Lizcano et al., 2003.). El presente trabajo planteó como objetivo describir anatómicamente el esqueleto axil de la especie Agouti paca y hacer una relación de

las diferentes partes del cuerpo, como base para estudios complementarios.

MATERIALES Y MÉTODO

El estudio usó tres ejemplares (dos machos y una hembra) muertos, decomisados por CORMACARENA y donados por 'Merecure Parque Agroecológico' a la Universidad de Cundinamarca-Programa Zootecnia. En el laboratorio de anatomía y fisiología animal de la UDEC-Sede principal Fusagasugá, se procedió al desuello, eviscerado y deshuese, secado, medición y registro fotográfico. Los huesos fueron limpiados con soda cáustica en solución acuosa al 5% y separados para su descripción. Para el estudio osteológico se dividió el esqueleto en axil y apendicular (Acero y Gordillo, 2009). La descripción anatómica axil, ordenada topográficamente (Scavone et al., 2007), fue realizada en el laboratorio de anatomía de la Universidad San Martín/Laboratorio de Anatomía/Fisiología Animal por el anatomista Ricardo Sánchez-Zúñiga.

RESULTADOS Y FIGURAS

DESCRIPCIÓN OSTEOLOGICA DE A. PACA

El análisis mostró la siguiente distribución osteológica (Figura 1): Cráneo=34 (incluidos los huesos del oído), columna vertebral=37, costillas=26, esternón=7 (Esternebras), hueso coxal=6 (Ilión, Isquion y Pubis), miembros torácicos=41, miembros pelvianos=39, hueso del pene=1; para un total de 186 en machos y 185 en hembra.

Figura 1

Descripción anatómica axil (huesos de la cabeza, columna vertebral, costillas, esternón). Vista lateral derecha esqueleto de Agouti paca. 1. H. de la cara; 2. H. del cráneo; 3. Mandíbula; 4. Atlas; 5. Axis; 6. V. Cervicales; 7. V. Torácicas; 8. V. Lumbares; 9. H. Sacro; 10. V. Coccígeas; 11. H. Coxal; 12. Costillas; 13. Esternón; 14. Escapula; 15. Húmero; 16. Clavícula; 17. Radio; 18. Cubito; 19. H. del carpo; 20. H. Metacarpianos y falanges; 21. Fémur; 22. Rotula; 23. Peroné; 24. Tibia; 25. H. del tarso; 26. H. Metatarsianos; 27. Falanges. Fuente: Acero y Gordillo (2009).

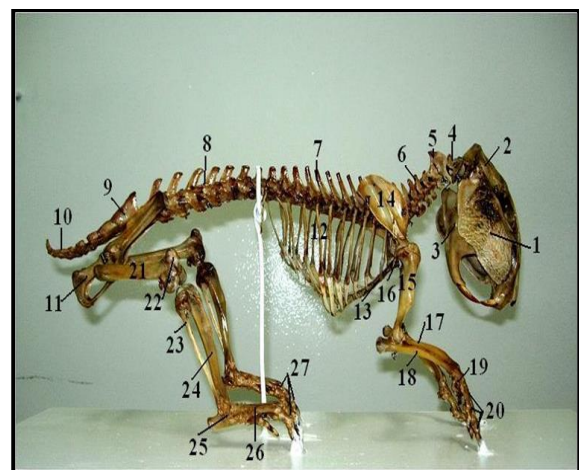


Figura 2

Agoutipaca. Vista lateral izquierda de los huesos de la cabeza: 1. H. Nasal; 2. H. Incisivo; 3. H. Maxilar; 4. H. Cigomático; 5. H. Yugal; 6. H. Frontal; 7. H. Temporal; 8. H. Parietal; 9. H. Interparietal; 11. Mandíbula. Fuente: Acero y Gordillo (2009).

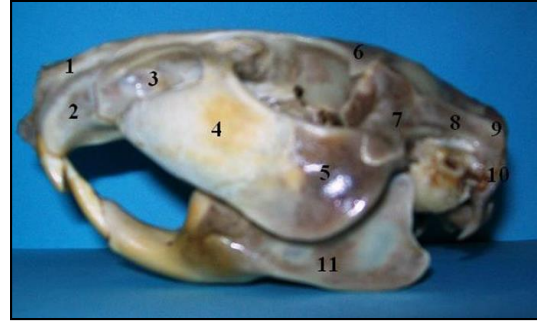
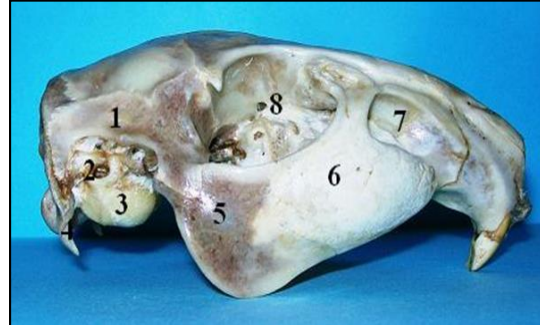


Figura 3

Agoutipaca. Vista lateral derecha de los huesos de la cara y el cráneo. 1. Fosa del temporal; 2. Meato acústico externo; 3. Bulla timpánica; 4. Apófisis paramastoides; 5. H. Yugal; 6. H. Cigomático y maxilar; 7. Fosa infraorbitaria; 8. Órbita ósea. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



Cara

Está conformada por huesos pares: incisivos (premaxilares), nasales, maxilares, yugales, cigomáticos, lagrimales, pterigoideos, palatinos, mandibulares, cornetes nasales: dorsales, ventrales, etmoidales y comunes y el hioides. Hueso impar el vómer. Las características más destacadas de la cara en la especie *Agoutipaca* es la resistencia ósea de la misma, la cual es más fuerte que los huesos del cráneo, debida a las rugosidades que presentan los huesos nasal, frontal, cigomático y la presencia del hueso yugal que articula cranealmente con el hueso cigomático y en su superficie caudo-dorsal con la apófisis cigomática de el hueso temporal. Sobre el hueso yugal se asienta tejido subcutáneo y piel (no hay musculatura), la órbita ósea es de gran tamaño y comunica directamente con la fosa retroorbitaria (por encontrarse allí grasa retroorbitaria y periorbitaria para dar protección al globo ocular). La órbita ósea se encuentra cerrada en la parte craneal por el hueso lagrimal y la apófisis cigomática del hueso cigomático. En la parte ventral por el hueso cigomático. Caudalmente se encuentra cerrada por la apófisis cigomática del hueso temporal. Estas estructuras en conjunto forman el arco cigomático (Figura 4).

Huesos del cráneo

H. Interparietal. Tienen forma de T, craneolateralmente articula con los huesos frontales y temporales, caudalmente con la porción escamosa del hueso occipital. Las superficies articulares presentan formas serretas.

H. frontales. Estos huesos completan la parte craneal de la cavidad craneana y caudal de la cavidad nasal. Se comunican cranealmente con los huesos incisivos, nasales y ventralmente con los lagrimales.

H. occipitales. Este se caracteriza por presentar el agujero magno que tiene forma triangular, la protuberancia occipital externa poco manifiesta, presenta el agujero hipogloso, los cóndilos del occipital y las apófisis yugulares o paramastoides. La cresta occipital (nucal) tiene forma semicircular.

H. temporales. La fosa del temporales poco manifiesta. El meato acústico externo y la bulla timpánica bien desarrollados. La faceta articular del hueso temporal para el cóndilo de la mandíbula no presenta límite caudal y es fuertemente cóncavo (puede luxar fácilmente la articulación de la mandíbula). Los huesos etmoides y esfenoides no presentan características especiales (Figura 4)

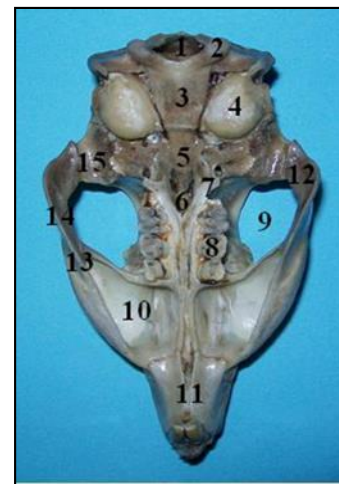
Figura 4

Agoutipaca. Vista dorsal huesos de la cara y cráneo. 1. H. Incisivo; 2. H. Nasal; 3. H. Frontal; 4. H. Maxilar; 5. H. Cigomático; 6. H. Yugal; 7. H. Temporal; 8. H. Parietal; 9. H. Interparietal. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



Figura 5

Agoutipaca. Vista ventral huesos de la cara y cráneo. 1. Agujero magno; 2. Cóndilos del occipital; 3. H. Occipital; 4. Bulla timpánica; 5. H. Esfenoides; 6. Vómer; 7. H. Pterigoides; 8. Molares; 9. Orbits ósea; 10. Cuidad para los abazones; 11. H.



Incisivo; 12. H. Yugal; 13. H. Cigomático; 14. Arco cigomático; 15. Faceta articular del temporal. Fuente: Acero y Gordillo (2009).

Huesos de la cara

Nasales. Estos son rectangulares, el extremo craneal representa la apertura de la cavidad nasal junto con los huesos incisivos.

Incisivos (Premaxilares): Tienen una longitud muy manifiesta y fuerte, articula caudalmente con el maxilar y el cigomático, dorsalmente con los huesos nasales. En la superficie craneoventral se encuentran un alveolo donde

se aloja el diente incisivo. (uno de cada lado pues se describe una mitad).

El maxilar. Presenta las siguientes características: El surco vascular, el surco maxilar, en la superficie ventral presenta 2 crestas y articula dorsalmente con: frontales e incisivos, lateralmente con el hueso cigomático, cranealmente con los incisivos. Presenta cuatro alveolos para la inserción de los dos premolares y los dos molares. La fórmula dentaria permanente es: $2(I\ 1/1, C0/0, P\ 2/2, M2/2)=20$.

Hueso yugal. Forma parte del arco cigomático y de la órbita ósea. Limita cranealmente con el maxilar y caudo-dorsalmente con la apófisis cigomática del temporal, como se describió en huesos de la cara.

Figura 6

Agouti paca. Vista craneal huesos de la cara. 1. H. Incisivo; 2. Apertura nasal; 3. Cornetes nasales; 4. H. Cigomático; 5. Maxilar; 6. Fosa masetérica; 7. Arco cigomático; 8. Fosa infraorbitaria; 9. H. Nasal; 10. Mandíbula. Fuente: Aceroy Gordillo (2009).

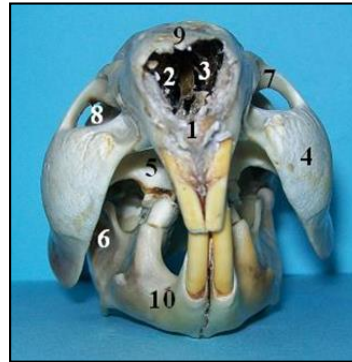
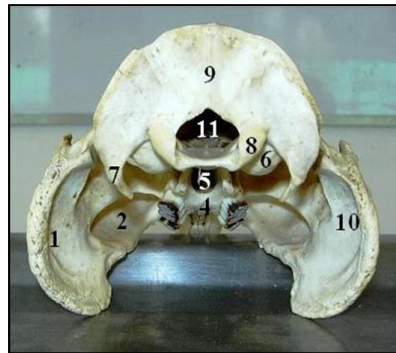


Figura 7

Agoutipaca. Vista caudal huesos de cara y cráneo. 1. Fosa masetérica; 2. Cavidad para los abazones; 3. Molares; 4. Maxilar; 5. Coanas; 6. Bulla timpánica; 7. Apófisis paramastoidea; 8. Cóndilos del occipital; 9. H. Occipital; 10. H. Cigomático; 11. Agujero magno. Fuente: Aceroy Gordillo (2009).



Hueso cigomático. Limita dorsalmente con el maxilar, caudalmente con el hueso yugal y cranealmente con el incisivo. Su superficie ventral es cóncava y en esta cavidad se alojan los abazones (sacos a donde el animal aloja alimento de reserva).

Mandíbula. Se caracteriza por presentar su rama vertical plana y su rama horizontal convexa, la apófisis angular está bien desarrollada lo que muestra que los cóndilos de la mandíbula realizan movimientos masticatorios fuertes y articula suavemente en su parte craneal con el temporal permitiendo movimientos laterales fuertes por medio de la apófisis angular. La rama horizontal presenta una cresta para la inserción del músculo masetero en su parte

ventral. El agujero mentoniano está sobre la superficie dorso lateral de la mandíbula. Presenta la sínfisis mandibular amplia que mide más o menos 2.6 cm, en la cara medial la mandíbula presenta el agujero mandibular muy bien desarrollado y la fosa medial para la inserción amplia de los músculos pterigoideos.

H. hioides. El aparato hioideo suspende la laringe de la base del cráneo y presta inserción a la base de la lengua y está formado por huesos que articulan por medio de cartílago. El estilohioides que corresponde a las astas largas, también presenta el queratohioides que es el asta menor, el epihioides que sostiene a la laringe y el basihoides que sostiene la base de la lengua.

Figura 8

Agouti paca. Vista lateral izquierda mandíbula. 1. Incisivos; 2. Agujero mentoniano; 3. Fosa masetérica; 4. Apófisis coronoides; 5. Escotadura mandibular; 6. Cóndilo; 7. Apófisis angular; 8. Primer premolar; 9. Segundo premolar. Fuente: Aceroy Gordillo (2009).

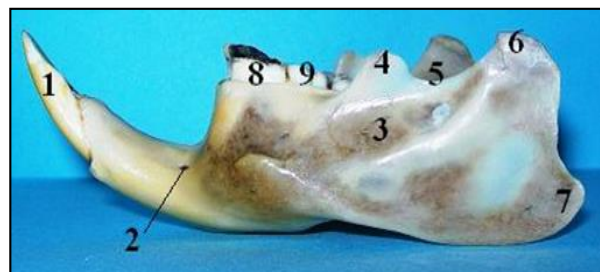
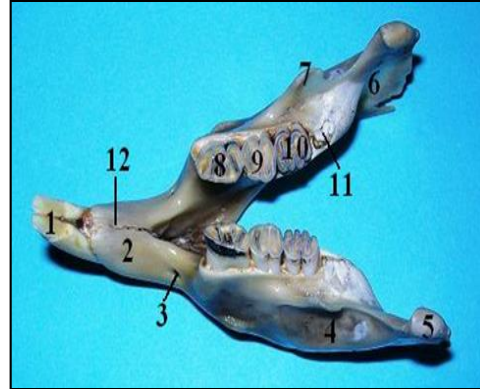


Figura 9

Agouti paca. Vista dorsal mandíbula. 1. Incisivos; 2. Rama horizontal; 3. Agujero mentoniano; 4. Fosa maseterica; 5. Cóndilo; 6. Fosa mandibular; 7. Apófisis coronoides; 8. Primer premolar; 9. Segundo premolar; 10. Primer molar; 11. Segundo molar; 12. Sínfisis mandibular. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



Columna vertebral

Está formada por C: 7, T: 13, L: 6, S: 5, Co 5-7, para un total de 37 vértebras.

Vértebras cervicales

Atlas. El atlas tiene forma de anillo irregular. Cranealmente articula con los cóndilos del occipital por medio de unas cavidades articulares amplias y cóncavas. Presenta 2 agujeros laterales craneales, 2 agujeros laterales caudales, alares y transversos, posee tubérculo dorsal y ventral bien desarrollados (Figuras 10 y 11).

Figura 10

Agoutipaca. Vista caudal atlas. 1. Tubérculo dorsal; 2. Alas; 3. Agujero transverso; 4. Fovea articular caudal; 5. Tubérculo ventral; 6. Agujero vertebral; 7. Agujero lateral caudal. Fuente: Acero y Gordillo (2009).

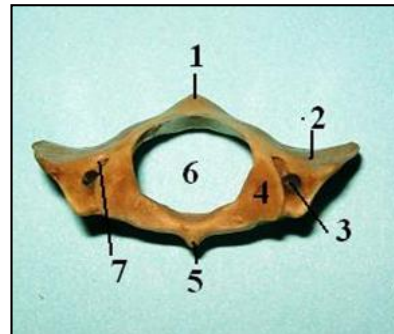


Figura 11

Agoutipaca vista dorsal atlas. 1. Tubérculo dorsal; 2. Ala del atlas; 3. Agujero lateral craneal; 4. Agujero alar; 5. Agujero lateral caudal; 6. Agujero transverso. Fuente Acero y Gordillo (2009).



Axis. Se caracteriza por el desarrollo de la apófisis odontoidea y espinosa que se dirige caudalmente. La apófisis odontoidea está relacionada con las dos articulaciones de la nuca, por ser tan desarrolladas pueden

provocar lesiones de medula espinal en flexiones y extensiones extremas del cuello y la cabeza. Cranealmente presenta las facetas articulares craneales para la articulación con el atlas (Figura 12).

Figura 12

Agouti paca vista lateral izquierda axis. 1. Apófisis espinosa; 2. Apófisis articular caudal; 3. Apófisis transversa; 4. Faceta articular craneal; 5. Apófisis odontoides; 6. Agujero transverso; 7. Fosa vertebral.
Fuente Acero y Gordillo (2009).

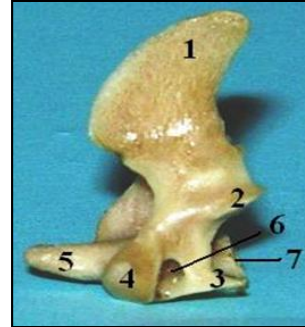
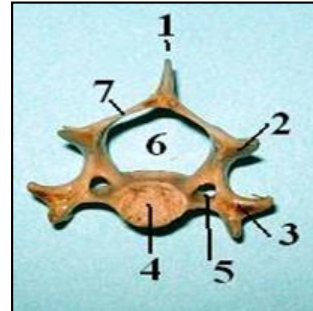


Figura 13

Agouti paca. Vista caudal vértebra cervical. 1. Apófisis espinosa; 2. Apófisis articular caudal; 3. Apófisis costotransversa; 4. Fosa vertebral; 5. Agujero transverso; 6. Agujero vertebral; 7. Arco vertebral.
Fuente: Acero y Gordillo (2009).



Otras vértebras cervicales.

La tercera, cuarta y quinta vértebras cervicales son vértebras típicas, presentan una apófisis espinosa dirigida craneodorsalmente con una gran amplitud entre los arcos y se destaca que éstos son bastante amplios. Las apófisis transversas están dirigidas caudalmente, son largas y presentan agujeros transversos. La sexta vértebra cervical es aplanada craneocaudalmente y más desarrollada que las anteriores presentando apófisis transversas. Las apófisis costotransversas son largas y están en dirección ventral. La séptima vértebra cervical presenta la apófisis espinosa más desarrollada que la vértebra anterior, craneocaudalmente es aplanada, no presenta agujeros transversos ya que las estructuras que por ellos transcurren penetran o salen de la cavidad torácica (Figura 13).

Vértebras torácicas

Estas vértebras son 13, en su cuerpo presentan facetas articulares craneales y caudales, en sus arcos las apófisis articulares craneales y caudales (Figuras 14 y 15). Las apófisis espinosas están dirigidas caudodorsalmente hasta la décima vértebra torácica; la onceava vértebra es la diafragmática o anticlinal y presenta su apófisis espinosa vertical, las vértebras torácicas doce y trece presentan una apófisis espinosa en dirección cráneo dorsal.

Vértebras Sacras

Son cuatro vértebras y se encuentran fusionadas, cada una de las cuales presenta una apófisis espinosa que contribuye a la formación de la cresta sacra dorsal. Vértebras lumbares Son seis y presentan el cuerpo en

forma rectangular con apófisis accesorias en dirección caudodorsal. Las apófisis transversas están dirigidas craneolateralmente y van aumentando su tamaño en dirección craneocaudal. La primera vértebra sacra presenta una apófisis espinosa en dirección vertical, mientras que las apófisis espinosas de la segunda, tercera y cuarta se encuentran en dirección caudodorsal. Las alas del sacro son en forma laminar y auricular (oreja); la cara pelviana del sacro es amplia, encorvada y de aspecto liso.

Vértebras Coccígeas

Son ocho, las primeras tres conservan sus apófisis transversas y espinosas igualmente que el canal vertebral, las otras cinco son cilindros óseos que presentan cavidades en su parte dorsal.

Costillas

Presenta 13 pares de costillas, siete esternales; seis esternales, dos de estas son flotantes. Presentan una cabeza prominente y tubérculo costal en forma plana, una prominencia en la región del surco vascular. En la superficie craneal las costillas presentan un surco muscular para la inserción de los músculos intercostales y en la superficie caudal un surco vascular para el paso de

las venas, arterias y nervios intercostales. De la primera a la octava son aplanadas y va disminuyendo su anchura, la mayor amplitud de la cavidad torácica se encuentran de la octava costilla hacia la parte caudal. Las restantes son de forma redondeada y no se manifiesta bien la cabeza y el tubérculo; las costillas esternales se unen entre sí con su respectiva esternebra y las esternales articulan entre sí por medio de sus respectivos cartílagos costales para formar el arco costal (Figura 18).

Esternón

Consta de ocho segmentos que son: el manubrio del esternón, seis esternebra y el cartílago xifoides. El manubrio tiene forma de flecha aplanada dorsoventralmente y el cuerpo es aplanado lateralmente.

El cuerpo de las esternebra es aplanado dorsoventralmente y el último segmento es plano y largo; en posición caudal se encuentra el cartílago xifoides.

Figura 14

Agoutipaca. Vista craneal vertebra torácica. 1. Apófisis espinosa; 2. Apófisis articular caudal; 3. Apófisis transversa; 4. Apófisis articular craneal; 5. Cabeza; 6. Agujero vertebral. Fuente: Acero y Gordillo (2009).

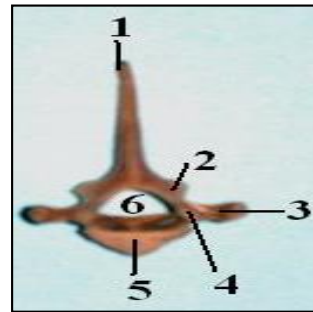


Figura 15

Agoutipaca. Vista lateral izquierda vertebra torácica. 1. Apófisis espinosa; 2. Apófisis articulares caudales; 3. Fóveas costales caudales; 4. Fosa; 5. Cuerpo; 6. Fóveas costales craneales; 7. Apófisis articulares craneales; 8. Facetas costales transversas. Fuente Acero y Gordillo (2009).



Figura 16

Agoutipaca. Vista dorsal vértebra lumbar. 1. Apófisis espinosa; 2. Apófisis articular craneal; 3. Apófisis transversa; 4. Fosa; 5. Apófisis articular caudal; 6. Apófisis accesoria. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



Figura 17

Agouti paca. Vista lateral izquierda vértebra lumbar. 1. Apófisis espinosa; 2. Apófisis articular caudal; 3. Apófisis articular craneal; 4. Apófisis transversa; 5. Cuerpo; 6. Fosa; 7. Apófisis accesoria. Fuente: Acero y Gordillo (2009).

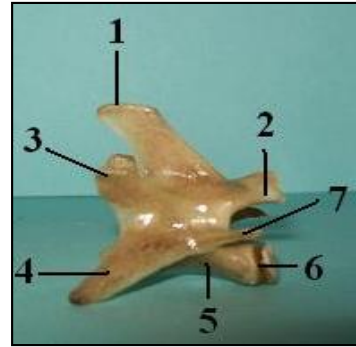
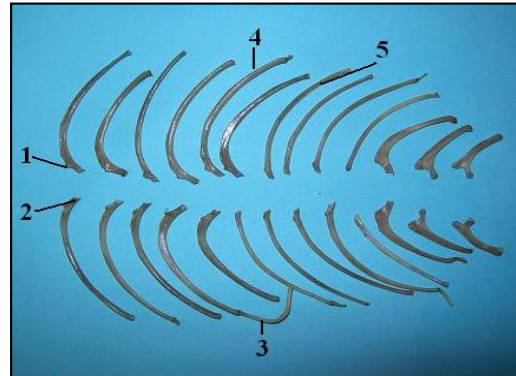


Figura 18

Agouti paca. Vista dorsal costillas. 1. tubérculo; 2. Cabeza; 3. Cartílago costal; 4. Surcovascular; 5. Surco muscular. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



DISCUSIÓN

El sistema óseo del *Agouti paca* está constituido por una serie de huesos bien desarrollados de consistencia dura que permite soportar grandes masas musculares. Entre las características más importantes del cráneo están, la fosa del temporal, que es poco deprimida

ubicada dorsal al meato acústico externo, el gran desarrollo de los apófisis paramastoideas que permite una buena masticación también movimientos laterales amplios de cabeza y cuello, la amplitud de la bulla timpánica indicando una gran capacidad auditiva. La longitud de la cara es de 7-10 cm. Otra característica que tiene la cara son las impresiones óseas en los huesos maxilares y frontal (por las cuales transcurren nervios y vasos sanguíneos). Presenta fosa infraorbitaria para alojar a los músculos faciales. Los huesos de la cara poseen una amplia gama de accidentes (eminencias y depresiones) que permiten dar una explicación lógica de la gran agilidad que poseen los roedores para efectuar los movimientos masticatorios. Oliveira et al. (2006) denota que el cráneo de la paca es triangular y largo. Las orbitas están localizadas en el tercio medio entre los huesos occipital y nasal, lateralmente. Los machos presentan cabeza más grande que las hembras.

Las siete vértebras cervicales (Oliveira et al., 2006) en su conjunto forman una concavidad amplia en su parte dorsal y una convexidad en su parte ventral que da la forma característica del cuello de la especie. Hay un gran desarrollo en las apófisis mamilares las cuales se ramifican formando dos astas que se desarrollan desde la sexta vértebra en adelante. *A. paca* posee siete vertebras cervicales, 13 torácicas, seis lumbares y cuatro sacras, reportadas previamente por Oliveira et al. (2006).

CONOCIMIENTO Y POTENCIALIZACIÓN DEL RECURSO. CONTRIBUCIÓN.

Osteológicamente se resaltan los huesos de la cara, más fuertes que los de cráneo, actuando como defensa natural anti-depredadores y serpientes; característica no presentes en otros roedores. El aporte de los conocimientos anatómicos de la especie de *A. paca*, es necesario en forma directa en aspectos relacionados con fisiología, patología, epidemiología, manejo en cautiverio, e indirecta creando conocimientos indispensables para la conservación de especies amenazadas y la zootecnia natural facilitada, que permita su uso sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

- ACERO-RODRÍGUEZ D.F, M. GORDILLO-BAHAMON. 2009. Aporte al conocimiento osteológico y análisis bromatológico de la carne en la especie Agouti paca (Borugo). Trabajo de grado para optar al título de Zootecnista. Universidad de Cundinamarca-Sede principal Fusagasugá. 74 pp.
- CHAMORRO- RENGIFO J. CUBILLOS- RODRIGUEZ P. 2007. Agouti paca (L., 1766). <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=465&method=display> AAT Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia SiB F. Actualización: 29112009
- EISENBERG, J F, M.A O'CONNELL and P V AUGUST. 1979. Density, productivity, and distribution of mammals in two Venezuelan habitats. Eisenberg, J.F. (ed.). *Vertebrate ecology in the northern Neotropics*. Smithsonian Institution, Washington; 1979: 187-207.
- LIZCANO- ECHEVERRY L J, A GUAYARA-SUAREZ, E H MURCIA- MARROQUIN, 2003. Estudio Osteológico de las especies roedoras. Boruga, Paca o Lapa (Agouti paca), Rata espinosa (*Proechimys oconnelli*) y Guara o Agutí (*Dasyprocta fuliginosa*). *Rev. Col. Cienc. Pec.* Vol. 16, Suplemento 2003.
- MONDOLFI E. 1972. Mamíferos de caza de Venezuela. La "lapa" o paca 2(5): 4-16
- MORENO- MELO V, R. SÁNCHEZ- ZUÑIGA, J O-CARDONA. 2009. Borugo (Agouti paca): un recurso zoogenético aprovechable en sistemas silvopastoriles. Cartilla # 12 Guías de producción ecológica: Colección de 15 cartillas. Proyecto: 'Desarrollo e innovación tecnológica en ganadería ecológica y eficiente en la provincia del Sumapaz en los sectores productivos y educativos'. Editor: Juan Carlos Torrico. En: www.institutoagrario.org
- OLIVEIRA, F. S.; CANOLA, J. C.; MACHADO, M. R. F.; DE CAMARGO, M. H. B. 2006. Descrição anatomo-radiológica do esqueleto axial da paca (Agouti paca, Linnaeus, 1766). *Acta Scientiae Veterinariae*. v. 34, n. 3, p. 331-334.
- OLIVEIRA F S, J. C CANOLA, M R. FERNANDES-MACHADO, M. E BUENO-DE CAMARGO. 2007. Descrição anátomo-radiográfica do esqueleto apendicular da paca (Agouti paca). *Acta Scientiae Veterinariae*. 35(1): 83-87.
- OTERO R. 1972. El ñeque un buen negocio de la agricultura de las Américas.
- OTERO R. 1977. El ñeque, un gamín de la selva. *Revista Esso Agrícola*. No. 3. Noviembre. Pg. 13-16.
- SCAVONNE A R, G C GUIMARÃES, V. H. V RODRIGUES, T H C SASAHARA, M R F MACHADO, 2007. Topografia do cone medular da paca (Agouti paca, Linnaeus --1766). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 44, supl., p. 53-57, 2007.
- TRUJILLO F, J V RODRIGUEZ-MAHECHA, M. C DIAZ-GRANADOS, D. TIRIRA, A GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ. 2005 Mamíferos acuáticos y relacionados con el agua. Colombia 139pp

DESCRIPCIÓN ANATÓMICA PER SE Y PARTICULARIDADES OSTEOLÓGICAS DEL ESQUELETO APENDICULAR DE AGOUTI PACA

Anatomical description perse and osteological peculiarities of appendicular skeleton of Agouti Paca

Moreno Melo, V.^{2*} PhD. Cardona, J.⁴ PhD. Sánchez Zúñiga, R.³ Acero-Rodríguez, D.¹ Gordillo Bahamon, M.¹

¹ Universidad de Cundinamarca

² Universidad de Cundinamarca-Sede principal Fusagasugá

³ Fundación Universitaria San Martín

⁴ Escuela de posgrados Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira.

Fac. de Cs. Agropecuarias. Programa de Zootecnia, Universidad de Cundinamarca-Sede principal Fusagasugá.
Diagonal 18 No. 20-28.

*Autor de correspondencia: yimorenomelo333@yahoo.es

RESUMEN

Agouti paca como recurso zoogenético, tiene potencial multipropósito (alimenticio, artesanal, cinegética, comercial, zootecnia, medicinal, cultural y ecológico). Como objetivos se planteó (i) describir osteológicamente la especie A. paca teniendo en cuenta su esqueleto apendicular y (ii) contribuir en el conocimiento y potencialización de este recurso. El estudio usó tres ejemplares (dos machos y una hembra) muertos, decomisados por CORMACARENA y donados por 'Merecure Parque Agroecológico' a la Universidad de Cundinamarca-Programa Zootecnia. Se hizo la descripción anatómica apendicular (huesos de las extremidades) ordenados topográficamente de proximal a distal, basada en una nomenclatura, describiendo la forma particular (como regla para descripción anatómica). El análisis osteológico apendicular muestra cuatro segmentos, tanto para miembros anteriores (escápula, brazo, antebrazo, mano) como posteriores (coxal, muslo, pierna, pie) y discute las particularidades osteológicas de la especie. Los resultados de este estudio permitirán determinar factores zootécnicos (rendimiento muscular y calidad de carne) para zootecnia natural facilitada (identificación de especie y sexo) de A. paca como recursos faunísticos de importancia social, económica, ecológica y científica.

Palabras clave: fauna silvestre, osteología apendicular, recurso faunístico, recurso zoogenético.

ABSTRACT

Agouti paca as animal genetic resources has multipurpose potential (food, crafts, hunting, commercial, animal breeding, medical, cultural and ecological). The aim of this study was to: (i) describe the appendicular skeleton of the A. paca, (ii) contribute to the knowledge and potentiation of this resource. The study used three died specimens (two males and one female), seized and donated by CORMACARENA 'Merecure Agro-ecological Park' at the University of Cundinamarca-Animal Husbandry Program. Appendicular anatomical description (limb bones) were made topographically ordered from proximal to distal, based on a nomenclature describing the particular form (as a rule for anatomical description). Appendicular osteological analysis showed four segments, for both forelimbs (scapula, arm, forearm, hand) and posterior (hip, thigh, leg, foot) and discusses the osteological characteristics of the species. The results of this study help to identify zootechnical factors (muscle performance and meat quality) for natural animal breeding (identification of the species and sex) of A. paca as wildlife resources of social, economic, ecological and scientific importance.

Key words: animal genetic resources, appendicular wildlife, osteology, wildlife resources.

INTRODUCCIÓN

Agouti paca es el mayor aporte de ‘carne de monte’ para habitantes rurales y urbanos de regiones marginales colombianas, especialmente en la Amazonia (Collett, 1981; Ojasti, 1993; Gómez y García, 1998). Su aprovechamiento se ha limitado a la caza, cuya presión amenaza su futuro (Gómez y García, 1998). En la Amazonia peruana el consumo de animales silvestres incluido A. paca es aproximadamente 13 mil toneladas métricas/año (Gálvez et al., 1999). No obstante, su conocimiento anatómico es incipiente, el cual es requerido para manejo zootécnico (Oliveira et al., 2007), su aprovechamiento (Ojasti, 1993; Gómez y García, 1998) y como indicador biológico de conservación (Chamorro y Cubillos, 2007; McNeely y Schutysser, 2005; McNeely y Scherr, 2008).

Anatomía apendicular

A la fecha se tiene la descripción anátomo-radiográfica del esqueleto apendicular de la paca realizados por Oliveira et al. (2007) en Agouti paca y de cintura y miembros en *Cuniculus paca* por Quezada y Gloobe (2007). La especie A. Paca tiene como principal característica, miembros posteriores largos determinando su importancia por la mayor formación muscular como factor zootécnico para avances en la cría, aprovechamiento y manejo de la especie (Lizcano et al., 2003). De hecho, los estudios osteológicos son determinantes de: a) la conformación muscular, para su aprovechamiento, b) la identificación de la especie por medio de huellas de manos y patas como criterio para unificar patrones de registro y reconocimiento en campo, por la base ósea de los carpos-tarsos hasta falanges y c) sexo y especie por la prolongación del arco cigomático (Lizcano et al., 2003; Oliveira et al., 2007).

Los objetivos del presente estudio fueron: (i) describir osteológicamente la especie A. paca teniendo en cuenta su esqueleto apendicular y (ii) contribuir en el conocimiento y potencialización de este recurso zogenético.

MATERIALES Y MÉTODO

El estudio usó tres ejemplares muertos (dos machos y una hembra), decomisados por CORMACARENA y donados por ‘Merecure Parque Agroecológico’ al laboratorio de Anatomía y Fisiología de la Universidad

de Cundinamarca-Programa Zootecnia. Se procedió al desuello, eviscerado, deshuese, registro fotográfico y dibujo. Los huesos fueron limpiados en una solución acuosa con sosa cáustica al 5% y separados para el estudio apendicular. La descripción anatómica apendicular se ordenó topográficamente de proximal a distal (Popesko, 1998), basada en una nomenclatura, describiendo la forma particular --como regla para descripción anatómica-- (Sisson y Grossman, 2008), haciéndose énfasis en las particularidades osteológicas de la especie. Los análisis anatómicos fueron realizados en la Universidad San Martín/Laboratorio de Anatomía/Fisiología Animal por el anatomista Ricardo Sánchez-Zúñiga. El tamaño de muestra (n=3) fue bajo debido a restricciones legales, por esta razón los resultados se dan con base en valores promedios para tres ejemplares.

En la descripción osteológica apendicular, los huesos de las extremidades incluyen: a) huesos del miembro anterior (Cinturón escapular, brazo, antebrazo y mano (carpo, metacarpo y dedos [falanges y huesos sesamoideos]) y b) posterior, conformado por cuatro segmentos: el cinturón pelviano (coxal), el muslo (fémur y rótula), pierna (tibia y peroné) y pie (tarso, metatarso y dedos: falanges y huesos sesamoideos). Para cada uno de estos, se da una lista de los rasgos anatómicos significativos presentes en la mayoría de mamíferos; complementados con información comparativa, clínica y del desarrollo. Se incluyen, los rasgos anatómicos menores.

RESULTADOS

Descripción anatómica apendicular (huesos de las extremidades)

Está formado por los huesos de los miembros anteriores y posteriores.

Huesos del miembro anterior

El miembro anterior se encuentra formado por cuatro segmentos: cinturón escapular (escápula y clavícula), brazo (húmero), antebrazo (radio y cubito) y mano (carpo, metacarpo y dedos [falanges y huesos sesamoideos]). La escápula. Se asemeja a un triángulo con su vértice en el extremo distal, por su cara lateral, la espina la divide en las dos fosas supraespinosa de mayor tamaño y la fosa infraespinosa.

Figura 20

Agoutipaca vista ventral estemón.
 1. Manubrio; 2. Esternebra; 3. Cartílagoxifoides;
 4. Cartílagos costales.
 Fuente: Acero y Gordillo (2009)

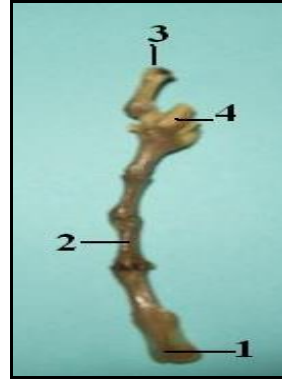
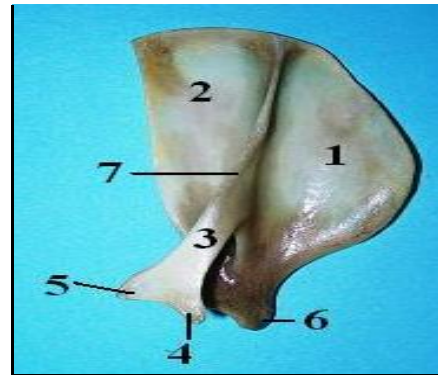


Figura 21

Agoutipaca vista lateral derecha escapula derecha. 1. Fosa supraespinosa; 2. Fosa infraespinosa; 3. Acromion; 4. Proceso hamato; 5. Proceso suprahamato; 6. Tubérculo supraglenoideo; 7. Espina. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



El acromión está separado en su parte distal de la espina de la escápula y ese termina ramificándose en dos estructuras proceso hamato por la parte craneal y suprahamato por la parte caudal que dan cabida a los músculos supraespinoso e infraespinoso bien desarrollados facilitando los movimientos de flexión y extensión de la articulación del hombro.

La superficie medial se encuentra dividida en tres secciones para la inserción del músculo subescapular.

Las apófisis coracoides presentes en la cara medial, son cóncavas y gruesas hacia arriba. El tubérculo supraglenoideo es oblicuo en su parte craneal y el infraglenoideo es convexo y dirigido caudalmente; la cavidad glenoidea que se articula con la cabeza del húmero es amplia y cóncava. En la cara medial encontramos la fosa subescapular que es amplia hacia la parte media de la escápula.

Figura 22

Agoutipaca vista medial escapula derecha. 1. Fascia serrata; 2. Fosa subescapular; 3. Tubérculo supraglenoideo; 4. Apófisis coracoides; 5. Cavidad glenoidea; 6. Tubérculo infraglenoideo; 7. Proceso suprahamato. Fuente: Acero y Gordillo (2009).

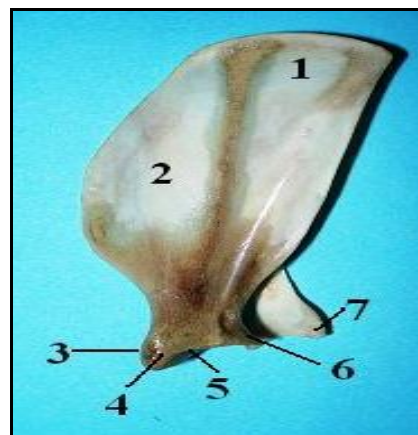
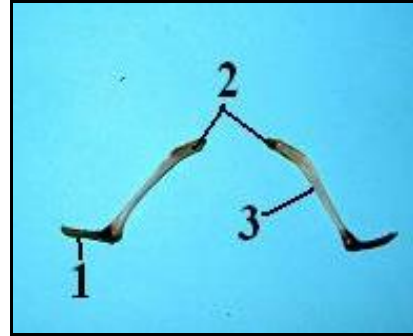


Figura 23

Agouti pacavista dorsal clavículas. 1. Cartílago al manubrio del esternón; 2. Cartílago al m. Braquiocefálico; 3. Cuerpo. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



Clavícula

Es un hueso delgado que se halla cubierto por la porción cleidobraquial del músculo braquiocefálico y que en su extremo medial articula por medio de cartílago con la inserción del manubrio del esternón y la primera esternebra y su extremo lateral articula también por medio de cartílago con el tubérculo mayor del humero, tiene una longitud aproximada de 2,5 cm El hecho de que las articulaciones de la clavícula sean cartilaginosas, facilitan los movimientos de abducción y

aducción de la articulación del hombro y a su vez del miembro en su totalidad.

Húmero

Es un hueso largo que forma parte de la región del brazo mide en el adulto 7,5cm de largo con una diáfisis de 6 mm y una epífisis proximal amplia de 1cm Presenta tres caras bien definidas. La cara exterior proximal presenta el tubérculo mayor que no sobrepasa la altura de la cabeza.

Figura 24

Agouti pacavista caudal humero derecho. 1. Cabeza; 2. Surco intertubercular; 3. Tubérculo lateral; 4. Tuberosidad deltoidea; 5. Diáfisis; 6. Epicóndilo medial; 7. Cóndilo medial; 8. Agujero supratroclear. Fuente: Acero y Gordillo (2009).

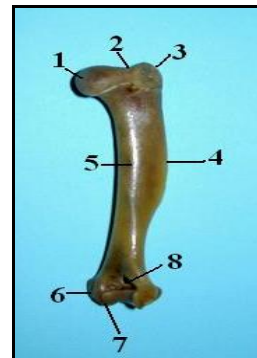


Figura 25

Agouti pacavista craneal humero derecho. 1. Tubérculo lateral; 2. Cabeza; 3. Tubérculo medial; 4. Tuberosidad redonda; 5. Tuberosidad deltoidea; 6. Agujero supratroclear; 7. Epicóndilo medial; 8. Tróclea. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



La cabeza del húmero en su parte craneal y medial presenta el tubérculo menor el cual es prominente entre los dos tubérculos, encontrándose un surco intertubercular que es bastante profundo. En la epífisis distal se encuentra el agujero supratroclear que

comunica la fosa del olecranon con la fosa radial lo que facilita la flexión extrema de la articulación del codo. La fosa del olecranon es poco manifiesta y la fosa radial bien marcada. La tróclea de la superficie distal presenta el epicóndilo medial de mayor tamaño que lateral, para sostener el ligamento colateral medial de la articulación

del codo. En la cara lateral de la diáfisis el húmero presenta la tuberosidad deltoidea prominentemente y en su cara medial una tuberosidad redonda poco desarrollada.

Radio

Es corto con relación al cúbito y ubicado craneomedialmente, su cuerpo es encorvado

medialmente. Presenta en su superficie proximal una faceta que articula con los cóndilos del húmero, el cuerpo del radio, presenta bastante convexidad en la parte craneal, la parte distal del cuerpo toma una curvatura hacia el cubito y pasa a ser lateral terminando su estructura distal en una fóvea articular para articulación con la fila proximal de los huesos del carpo. La apófisis estiloides medial corresponde al radio y la lateral al cubito.

Figura 26

Agoutipacavista medial Radio y cubitos derechos. 1. Tuberosidad del olécranon; 2. Apófisis ancónea; 3. Escotadura troclear; 4. Cabeza; 5. Apófisis coronoides medial; 6. Diáfisis del cubito; 7. Diáfisis del radio; 8. Espacio interóseo; 9. Apófisis estiloides medial; 10. Apófisis estiloides lateral. Fuente: Acero y Gordillo (2009).

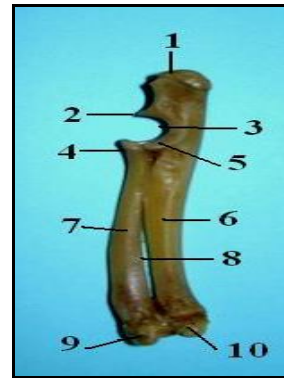
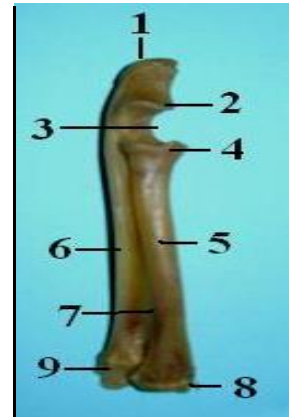


Figura 27

Agoutipacavista craneal Radio y cubitos derechos. 1. Tuberosidad del olécranon; 2. Apófisis ancónea; 3. Escotadura troclear; 4. Cabeza; 5. Diáfisis del radio; 6. Diáfisis del cubito; 7. Espacio interóseo; 8. Apófisis estiloides medial; 9. Apófisis estiloides lateral. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



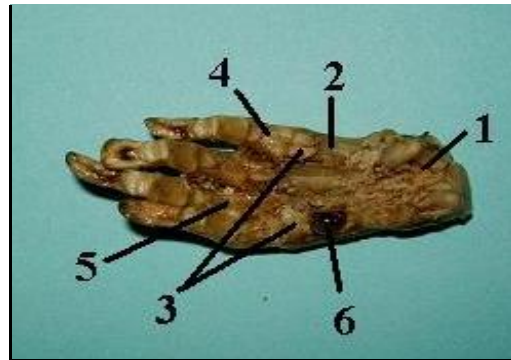
Cúbito

En su extremo proximal es voluminoso, con una tuberosidad del olécranon marcada por un surco proximal, una escotadura semilunar o troclear muy amplia. La apófisis ancónea en su parte proximal, dirigida hacia la parte lateral. La apófisis coronoides medial del cubito es mayor que la lateral. Entre las apófisis

coronoides se halla una cara articular para el extremo proximal del radio. La superficie cráneo-lateral del cubito presenta el surco cubital que va a representar la parte craneal del espacio interóseo que es bien amplio para esta especie que facilita los movimientos de rotación del antebrazo. En su extremo distal tiene aspecto triangular y termina en la apófisis estiloides lateral.

Figura 28

Agouti paca vista palmar de la mano. 1. Huesos del carpo; 2. Huesos metacarpianos; 3. Huesos sesamoideos proximales; 4. Falange proximal; 5. Falange media; 6. Falange distal. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



Huesos de la mano

Los huesos de la mano están compuestos por los huesos del carpo, los metacarpianos y las falanges digitales. Carpo: la región del carpo consta de 8 huesos, en la fila proximal presenta los huesos carpo radio intermedio, carpo cubital y carpo accesorio. En la fila distal presenta los huesos carpianos del primero al quinto. Los huesos del carpo presentan en su superficie proximal facetas articulares convexas para la articulación con el radio y el cubito y en su superficie distal facetas articulares cóncavas para la articulación con sus respectivos metacarpianos. Metacarpo: está formado por cinco huesos metacarpianos. El primero presenta forma irregular, es corto, aplanado lateralmente y articula en su superficie proximal con el primer carpiano. El tercero y cuarto son más gruesos y largos con una longitud aproximadamente de 2,5 cm de largo y un diámetro de 0,5 cm. El segundo y quinto tienen una misma longitud de 2,0 cm. y un diámetro igual a los anteriores. Las superficies proximales presentan facetas convexas para la articulación con sus correspondientes carpianos de la fila distal. Las superficies distales presentan una cabeza que tiene una cresta hacia su cara palmar que articula con las facetas proximales de las falanges proximales y los huesos sesamoideos. Dedos: las falanges proximales son aplanadas dorso-palmarmente, en su superficie proximal presentan una faceta articular con un surco ubicado hacia su cara palmar que articula con las crestas de las cabezas de sus correspondientes metacarpianos y los huesos

sesamoideos. Las falanges medias presentan características similares a los proximales pero son más o menos la mitad en longitud. Las falanges distales son mucho más pequeñas que las anteriores y presentan en su

superficie distal forma de zarpa encorvada. Existen dos huesos sesamoideos proximales que articulan caudalmente con las falanges proximales y sus respectivos metacarpianos y un sesamoideo distal fusionado a la superficie caudal de la falange distal. El primer dedo solo presenta falange proximal y media, es más corto lo cual impide su apoyo.

Miembro posterior

Formado por cuatro segmentos: el cinturón pelviano (coxal), el muslo (fémur y rótula), pierna (tibia y peroné) y pie (tarso, metatarso y dedos [falanges y huesos sesamoideos]). El Coxal: es la fusión del ilion, isquion y pubis que junto con el sacro y las primeras tres vértebras coccígeas constituyen la cavidad pelviana. La dirección del hueso es casi paralela al eje longitudinal, las alas del ilion son cóncavas en su parte lateral para la inserción de los músculos glúteos, presenta una tuberosidad coxal ubicada en una dirección ventro-lateral, una cresta iliaca plana con la tuberosidad sacra poco manifiesta. La longitud entre la tuberosidad sacra derecha e izquierda es en promedio 4 cm, las facetas articulares para las alas del sacro se encuentran en la parte caudo-medial.

El ilion y el isquion forman el agujero obturador que es elíptico hacia la parte media del hueso. Se destaca el acetábulo que presenta una dirección caudo lateral; la superficie caudal del isquion presenta dos tuberosidades isquiáticas que se unen formando el arco isquiático, tiene una longitud que oscila entre 3 y 4 cm. Las escotaduras ciáticas mayor y menor son poco manifiestas. La entrada de la pelvis es de forma redondeada y tiene un diámetro en su parte media de 4 cm en el adulto y una longitud promedio de 3.5 cm.

Figura 29

Agoutipaca vista lateral izquierda huesos de la pelvis. 1. Vértebras lumbares; 2. H. Sacro; 3. Vértebras coccígeas; 4. Ilion; 5. Acetábulo; 6. Isquion; 7. Pubis. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



Figura 30

Agoutipaca vista lateral derecha huesos de la pelvis. 1. Apófisis espinosas de las V. lumbares; 2. Apófisis articulares craneales; 3. Apófisis transversas; 4. Tuberosidad coxal; 5. Alas del Ilion; 6. Acetábulo; 7. Tuberosidad isquiática; 8. Cresta dorsal del sacro; 9. Vértebras coccígeas; 10. Agujero obturador. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



El acetábulo presenta una sola faceta articular de forma semilunar que en su interior presenta una fosa acetabular bien marcada, en la parte craneo lateral del acetábulo presenta el tubérculo para el músculo psoas mayor.

Hueso Peneano

Es un hueso esplácnico, ubicado en el cuerpo del pene es cóncavo en su parte ventral, presenta un surco ventral para la protección de la uretra peneana y en la base una superficie de forma triangular, su longitud es de aproximadamente 2,7 cm y es encorvado dorso-ventralmente.

Fémur

Hueso largo que representa la región del muslo, presenta una longitud de 9.5 cm en el adulto y un diámetro de la diáfisis de 1 cm. La epífisis proximal presenta el trocánter mayor que sobrepasa la altura de la cabeza en 7 mm. El trocánter menor se ubica en la parte caudal de la región proximal con una cresta intertrocanterica en dirección longitudinal que está bien definida. Presenta tercer trocánter para la inserción de los músculos glúteos. El cuello del fémur es bastante profundo, la cabeza es totalmente esférica y en el centro presenta la fosa de la cabeza para la inserción del ligamento redondo de la cabeza del fémur.

Figura 31

Agoutipaca vista craneal fémur derecho. 1. Cabeza; 2. Trocánter mayor; 3. Trocánter menor; 4. Tercer trocánter; 5. Diáfisis; 6. Tróclea; 7. Hueso sesamoideo femoral lateral. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



Figura 32

Agouti paca vista caudomedial fémur izquierdo. 1. Cabeza; 2. Cuello; 3. Trocánter menor; 4. Trocánter mayor; 5. Fosa intertrocanterica 6. Hueso sesamoideo lateral del fémur; 7. Cóndilo. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



El extremo distal está formado por una tróclea craneal con dos crestas lateral y medial de igual tamaño, dos epicóndilos lateral y medial y dos cóndilos ubicados en la parte caudal con una surco intercondíleo bastante manifiesto. En la superficie dorsal del cóndilo lateral presenta una faceta para la articulación del hueso sesamoideo femoral lateral (favela). El hueso sesamoideo femoral medial no se encuentra presente en esta especie.

Rotula o paleta

Es el hueso sesamoideo que representa la osificación del tendón del músculo recto femoral manifestándose con cavidad en su parte caudal, presenta 3 rugosidades en su parte craneal para la inserción del ligamento rotuliano. Su cuerpo presenta forma elíptica con un extremo distal más delgado, el cuerpo en su parte caudal articula con una tróclea del fémur.

Tibia

Junto con el peroné constituyen los huesos de la región de la pierna con una longitud aproximada de 9 cm, el diámetro en su superficie proximal de 2.1 cm y 1.3 cm en la distal y la diáfisis de 2 cm. En su extremo proximal se

destaca la tuberosidad tibial que es rugosa donde se insertan el ligamento rotuliano, dos cóndilos laterales y mediales que terminan en dos espinas prominentes y el surco intercondíleo. En su cara craneal la tibia presenta la cresta que es bien pronunciada, el extremo distal presenta la faceta articular o cóclea para la articulación con el hueso tarso tibial o astrágalo atravesado por su parte media por una cresta. El maléolo medial es bien desarrollado.

Peroné o Fíbula

Articula en su extremo proximal con el cóndilo lateral de la tibia, su cuerpo es aplanado lateralmente y luego se vuelve triangular a la parte distal que termina en el maléolo (tobillo) lateral más desarrollado que el maléolo medial de la tibia. El peroné es más corto que la tibia con una longitud en el adulto de 8.5 cm y un diámetro que para la diáfisis es de 3 mm en la parte más amplia.

Pie

Está formado por: H. del tarso, los metatarsianos, las falanges y huesos sesamoideos.

Figura 33

Agouti paca vista craneal tibia y peroné izquierdos. 1. Cóndilo lateral; 2. Cóndilo medial; 3. Tuberosidad tibial; 4. Cresta; 5. Cabeza del peroné; 6. Cuerpo; 7. Espacio interóseo; 8. Maléolo lateral; 9. Cóclea; 10. Maléolo medial. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



Figura 34

Agouti pacavista caudal tibia y peroné derechos. 1. Cóndilo medial; 2. Cóndilo lateral; 3. Cabeza; 4. Agujero nutricio; 5. Espacio interóseo; 6. Cuerpo; 7. Maléolo medial; 8. Cóclea; 9. Maléolo lateral; 10. Diáfisis. Fuente Acero y Gordillo (2009).



Tarso

Formado por 7 huesos cortos que se articulan entre sí y con la tibia y fibula, en la parte proximal, y con los metatarsianos en la parte distal. El Tarso-tibial o Astrágalo: Presenta una tróclea proximal que articula con la tibia. Caudalmente presenta dos facetas articulares para articular con el tarsoperóneo o calcáneo y

distalmente un cóndilo que articula con el hueso central del tarso. Tarsoperóneo (o Calcáneo): La tuberosidad calcánea o corvejón es manifiesta en su cara lateral, es plana pero rugosa y la cara medial presenta un surco para el paso de los tendones de los músculos flexores digitales, en la superficie distal están las facetas articulares para la articulación con el cuarto tarsiano.

Figura 35

Agouti pacavista plantar huesos del pie izquierdo. 1. Huesos del tarso; 2. Huesos metacarpianos; 3. Falange proximal; 4. Huesos sesamoideos proximales; 5. Falanges medias; 6. Falanges distales. Fuente: Acero y Gordillo (2009).

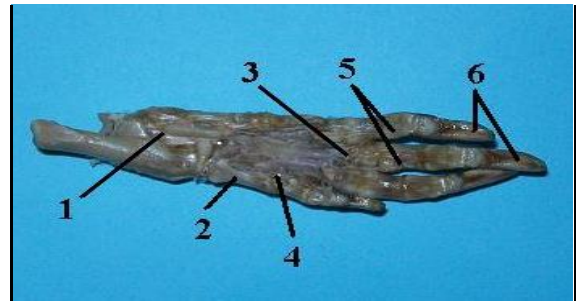
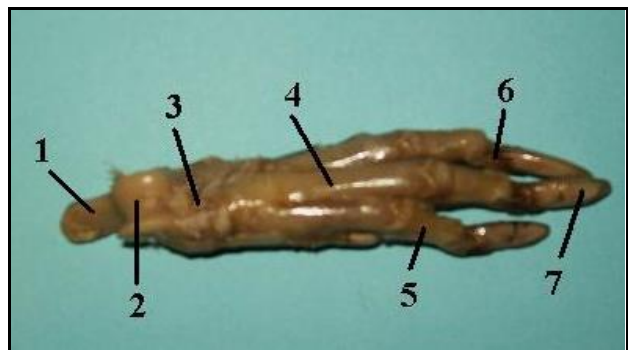


Figura 36

Agouti pacavista dorsal huesos del pie izquierdo. 1. Calcáneo; 2. Astrágalo; 3. Huesos del tarso; 4. Huesos metatarsianos; 5. Falanges proximales; 6. Falanges medias; 7. Falanges distales. Fuente: Acero y Gordillo (2009).



Tarso Central.

Es irregular, localizado entre el tarso tibial y el cuarto tarsiano. Primer Tarsiano: es un hueso plano y alargado que articula proximalmente con el tarso tibial y distalmente con la falange proximal del primer dedo.

Segundo Tarsiano: es el más pequeño con una forma cuadrangular y articula con el segundo metatarsiano distalmente y con el tarso-central proximalmente. Tercer Tarsiano: es cuadrangular y articula con el tarso central

proximalmente, con el segundo metatarsiano proximal, segundo tarsiano medialmente y lateralmente con el tercer metatarsiano y cuarto tarsiano. Cuarto Tarsiano: articula con el cuarto metatarsiano distalmente, con el tarso central y el tercer tarsiano medialmente y con el tarsoperóneo proximalmente.

Metatarsianos. Existen el segundo, tercero, cuarto y vestigios del primero y quinto, en la superficie proximal presenta facetas relativamente planas para la articulación con la fila distal de los tarsianos. Tercer Metatarsiano: tiene una longitud de 3.5 cm, siendo más largo que los respectivos metacarpianos, en la superficie distal presenta un cabeza atravesada por una cresta hacia la cara plantar

DISCUSIÓN

El análisis osteológico apendicular muestra cuatro segmentos, tanto para miembros anteriores (escápula, brazo, antebrazo, mano) como posteriores (coxal, muslo, pierna, pie). Cada escápula posee una espina terminada en acromión, representando un gran proceso hamato que se proyecta verticalmente, previamente observados por Oliveira et al. (2007) en el que los músculos supraespinoso e infraespinoso son bien desarrollados facilitando los movimientos de flexión y extensión de la articulación del hombro. Radiográficamente las clavículas son huesos largos, estrechos y levemente curvos (Oliveira et al., 2007); el hecho de que las articulaciones de la clavícula sean cartilaginosas, facilitan los movimientos de abducción y aducción de la articulación del hombro y a su vez del miembro en su totalidad. La superficie craneo-lateral del cúbito presenta el surco cubital que va a representar la parte craneal del espacio interóseo que es bien amplio para esta especie que facilita los movimientos de rotación del antebrazo. Existen dos huesos sesamoideos proximales que articulan caudalmente con las falanges proximales y sus respectivos metacarpianos y un sesamoideo distal fusionado a la superficie caudal de la falange distal. El primer dedo solo presenta falange proximal y media, es más corto lo cual impide su apoyo.

En la cara lateral de la diáfisis el húmero presenta la tuberosidad deltoidea prominentemente y en su cara medial una tuberosidad redonda poco desarrollada. El cuello del fémur es bastante profundo, la cabeza es totalmente esférica y en el centro presenta la fosa de la cabeza para la inserción del ligamento redondo de la cabeza del fémur. El hueso sesamoideo femoral medial no se encuentra presente en esta especie. El maléolo medial es bien desarrollado. El peroné es más corto que la tibia con una longitud en el adulto de 8.5 cm y un diámetro que para la diáfisis es de 3 mm en la parte más amplia

que articula con los huesos sesamoideos que son uno para el primer y quinto dedo y dos para segundo, tercero y cuarto.

Las Falanges. Las proximales del segundo y cuarto dedo son encorvadas medialmente, en su superficie proximal presentan un surco para la articulación con la cresta de los metatarsianos. Falange Proximal: es más larga y recta con una longitud de 1,7 cm. Falanges Medias: son cuatro siendo aplanadas craneo plantarmente. Las falanges distales son cinco y mucho más pequeñas que las falanges medias y presentan forma de zarpa encorvada y los huesos sesamoideos distales fusionados que son uno por cada dedo.

La presente descripción osteológica apendicular facilita el manejo zootécnico de *A. paca*. Permitiendo que su estructura ósea sea reconocida por productores, criadores e investigadores para cuidados en el manejo, beneficio, investigaciones y uso sostenible de este recurso zoogenético presente en Colombia. Es importante dar atención a los miembros posteriores, por su buen rendimiento muscular, recomendándose cuidados especiales y planes de mejoramiento genético por esta característica.

Este reporte aprovechó al máximo la opción metodológica de estudio anatómico por disección sobre carcasas (animales muertos donados), lo cual permitió una descripción más detallada a las previamente hechas por Oliveira et al. (2007), Quezada y Gloobe (2007) y Pinheiro et al., (2009).

Este documento es un estudio anatómico descriptivo base y de relación entre las diferentes partes del cuerpo del *A. paca*. Fundamental, como fuente de información-guía para: 1. Bases de manejo en cautiverio por veterinarios, zootecnistas, especialistas y criadores, 2. Estudios de conservación y zootecnia natural facilitada, 3. Estudios suplementarios y 4. Descripción de afecciones e interpretación de exámenes osteológicos (Oliveira et al., 2007).

El presente estudio reafirma el potencial: a) zootécnico, destacando el potencial económico de los miembros posteriores por rendimiento y calidad de carne, contenido proteínico alto y el más bajo en grasa y b) faunístico (o como recurso zoogenético), para su conservación y uso sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

ACERO- RODRÍGUEZ DF, GORDILLO-BAHAMON M. Aporte al conocimiento osteológico y análisis bromatológico de la carne en la especie Agouti paca (Borugo). Fusagasugá, Cund-Col: UDEC; 2009.

CHAMORRO- RENGIFO J, CUBILLOS-RODRÍGUEZ PA. Agouti paca (L., 1766) 2007. [29/11/2009] URL: <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?id=Buscar>

COLLET, SF. Population characteristic of Agouti paca in Colombia. *Biol Ser* 1981; 5:489-601.

GÁLVEZ H, ARBAIZA T, CARCELEN F, LUCAS O. Valor nutritivo de las carnes de sajino (tayassu tajacu), venado colorado (mazama americana), majaz (agouti paca) y motelo (*Geochelone denticulata*). *Rev Inv Vet Per* 1999; 10: 82-86.

GÓMEZ- MEZA JE, GARCÍA- GIRALDO JA. La boruga (Agouti paca, Linnaeus, 1766) Publicación de CORPOICA C. I. Macagual, SINCHI, MINAMBIENTE, UNIO 1998; 16 p.

LIZCANO- ECHEVERRY LJ, GUAYARA-SUÁREZ A, MURCIA- MARROQUIN EH. Estudio Osteológico de las especies roedoras Boruga, Paca o Lapa (Agouti paca), Rata espinosa (*Proechimys oconnelli*) y Guara o Agutí (*Dasyprocta fuliginosa*). *Rev Col Cienc Pec* 2003; 16: Suppl: 60.

McNEELY JA, SCHUTYSER F (eds.). Protected Areas in 2023: Scenarios for an Uncertain Future. IUCN, Gland, Switzerland. 2005. 22 (1): 1-74.

McNEELY JA, SCHERR SJ. Biodiversity conservation and agricultural sustainability: towards a new paradigm of 'ecoagriculture' landscapes. *Phil Trans R Soc B* 2008; 363:477-494.

OJASTI J. Utilización de la fauna silvestre en América Latina. Situación y perspectivas para su manejo sostenible. (Roma): Guía FAO Conservación 25; 1993.

PINHEIRO DE ARAUJO F, RAHAL SC, MACHADO MRF, TEXEIRA CR, DE SÁ LORENA SER, BARBOSA L. Goniometría dos miembros pélvicos de pacas (*Cuniculus paca*) criadas em cativeiro. *Pesq Vet Bras* 2009; 29:1004-1008.

POPESKO P. Atlas de Anatomía Topográfica Veterinaria de los Animales Domésticos 2ª ed. Barcelona: Editorial Masson S.A.; 1998.

QUEZADA R, GLOOBE H. Osteología del Tepezcuinte (*Cuniculus paca*) Cinturas y Miembros. *Anatomía, Histología, Embriol.* 2007; 17:60-71.

OLIVEIRA FS, CANOLA JC, FERNADES-MACHADO MR, BUENO DE-CAMARGO MH. Descrição anátomo-radiográfica do esqueleto apendicular da paca (*Agouti paca*). *Acta Sci Vet* 2007; 35:83-87.

SISSON S, GROSSMANN JD. Anatomía de los animales domésticos. 5ª edición Tomo II. Barcelona: Editorial Masson S.A.; 2008.

ELABORACIÓN DE BOCADITOS DE TUNTA, MAÍZ (*ZEAMAYS*) AMARILLO DURO Y ZANAHORIA (*DAUCUS CAROTA*) PROCESADOS POR EXTRUSIÓN

Developing Tunta Snacks, hard yellow Corn (Zeamays) and Carrot (Daucus carota) processed by Extrusion.

Medina Espinoza, W.¹ Ancco Vizcarra, T.² Huaman Castilla, N.² Apaza Vizcarra, A.^{3*}

¹ Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Ingeniería Química y Bioprocesos, Chile.

² Universidad Nacional de Moquegua, Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Moquegua, Perú

³ Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Perú

Facultad de Agronomía-UMSA, UCB-UAC Tiahuanaco, CIDES-UMSA. Puno, Perú

* Autor para correspondencia, e-mail: aapazav@unap.edu.pe

RESUMEN

Se elaboró bocaditos de tunta, maíz amarillo duro (*Zeamays*) y zanahoria (*Daucus carota*) en un extrusor modelo brady crop monotornillo, a temperatura de 120°C. Empleándose como materia prima tunta variedad Ruckii, maíz amarillo duro y zanahoria variedad chantenay. Los resultados de la sustitución de tunta por maíz, no presentaron efecto significativo sobre el índice de expansión y gelatinización; El caudal de agua para extruido Q1 (1 gl/h) y Q2 (2 gl/h) frente al Q3 (3 gl/h) tuvo efecto significativo sobre el índice de expansión, y sin efecto alguno la granulometría de los grits. Se logro mejor aceptación sensorial de sabor y textura con 50% tunta, 50% maíz y 6% zanahoria (M4), con prueba biológica de 1,39 de PER. Mejorando la textura del Snacks la incorporación de zanahoria.

Palabras clave: Ruckii, índice de expansión, índice de gelatinización.

ABSTRACT

Tunta was prepared snacks, yellow corn (*Zeamays*) and carrot (*Daucus carota*) in a single screw extruder crop brady model, a temperature of 120 ° C. Being used as raw material Ruckii tunta variety, yellow corn and carrot variety Chantenay. The results of replacing tunta corn, had no significant effect on the rate of expansion and gelatinization, The flow of water to extruded Q1 (1 gl/h) and Q2 (2 gl/h) compared to Q3 (3 gl/h) had a significant effect on the rate of expansion, and void the texture of grits. Are achievement better acceptance sensory flavor and texture with tunta 50%, 50% and 6% corn carrot (M4), with biological test of PER 1,39. Snacks improving the texture of the addition of carrots.

Keywords: Ruckii, expansion rate, gelatinization index.

INTRODUCCIÓN

Bocaditos, es un término americano se podría traducir como "pequeña comida" o "comida ligera. El proceso industrial para obtener los bocaditos es la extrusión-cocción a alta temperatura y presión por corto tiempo (Van Osnabrugge, 1989; es uno de los procesos que implica el uso de la fuerza de presión y cizalla, transforma la estructura molecular del material permitiendo crear nuevas formas y textura aumentando la digestibilidad de los carbohidratos, atribuyéndole al producto plasticidad, elasticidad, homogeneidad, porosidad y capacidad de reposo Miller, (2001) el proceso también reduce la contaminación microbiana e inactiva los enzimas. Fellows (2001).

Tapia (1997) Menciona que la tunta es un producto obtenido mediante un proceso de deshidratación y secado a partir de papa amarga y/o dulce la cual puede conservarse durante mucho tiempo. Gómez (1989) recomienda la siguiente secuencia de operaciones unitarias para el procesamiento de la tunta: **SELECCIÓN.-** Se emplean generalmente papas medianas. **CONGELADO 1.-** se extienden en el suelo sobre pajas, y exponen a temperaturas medioambientales naturales en zonas por encima de los 3850 m.s.n.m. **AMONTONADO.-** Esta operación se acostumbra hacer durante la madrugada, antes que los rayos del sol incidan sobre los tubérculos, preferiblemente cubriéndolos, de esta operación depende la obtención de un chuño blanco final con buen color y apariencia, lo cual tendrá un precio atractivo en el mercado; **EXTENDIDO.-** A la puesta al sol los tubérculos son nuevamente extendidos con la finalidad de proseguir con el congelado. Esta operación es realizada de manera alternada con el amontonado durante aproximadamente 3 días; **REMOJO.-** Verificando el congelado de los tubérculos se someten a remojo durante 15 días (cuando es chuño para venta) y 30 días (cuando es para autoconsumo), esta operación se realiza en los ríos, acondicionado con pozas para extraer el amargor del tubérculo. **CONGELADO 2.-** Cumplido el tiempo de remojo se procede a extraer el producto de las pozas, generalmente por las tardes, para evitar la incidencia de los rayos solares y someter los tubérculos remojados a la acción de helada bajo condiciones naturales para un nuevo congelamiento. **AMONTONADO.-** Los tubérculos congelados son amontonados siempre por las mañanas para ser tapados y dejados hasta el atardecer. **PISADO Y PELADO.-** Consiste en descascarar totalmente el tubérculo congelado y se realiza en el siguiente orden: Levantado del tubérculo en una malla de pescar en una cantidad promedio de 30 kilos, remojo previo en la corriente del río, pisado propiamente dicho que lo realizan 2 personas generalmente jóvenes durante un tiempo aproximado de 5 minutos, lavado en río para limpiar impurezas y cáscaras en forma alternada por 3

veces consecutivas. **SECADO.-** se extienden los tubérculos sobre una cama de pajas y/o "ichu", en el suelo generalmente cerca del río; **VENTEADO.-** Una vez secado el producto es aventado, para que sea limpiado de sus impurezas y residuos de cáscaras y el producto final es el chuño blanco o llamada también tuntas para el consumo.

La zanahoria es una planta de la familia de las umbelíferas de origen: Europea y Asia, cuya raíz es comestible; tiene un contenido en fibra medio (2.9g/100g) y nulo en colesterol contiene betacaroteno entre 8.000 y 12.000 mcg/100g. Revilla (2004), los carotenos tiene un alto poder antioxidante, por lo que su ingestión protege al organismo contra la acción destructiva, protegen a la piel de los rayos solares y a los ojos de enfermedades como la catarata o la ceguera nocturna; impide la formación de la ulcera; es laxante natural, para evitar o solucionar el estreñimiento, por su riqueza de pectina, es un buen remedio para combatir la diarrea, ayuda a disminuir el colesterol y a prevenir la arteriosclerosis; Su presencia en el organismo garantiza la salud de la visión, pues impide la formación de cataratas; además son ricos en extracto seco, presentan bajo contenido de azúcar, cáscara delgada y fácil de pelar, buen tiempo de conservación, no tiene tendencia a oxidar y abundancia en el mercado Vargas (1990). Cordero (1989) La raíz fresca contiene abundante cantidad de vitamina A, C, B y D, con un valor energético de 0.45 cal/gr.

Los objetivos específicos del estudio fueron: Determinar el efecto de griz de tunta, maíz, en el índice de gelatinización y expansión, Determinar la granulometría y caudal de agua para el extruido y Evaluar las características sensoriales y biológicas del producto final obtenido.

MATERIALES Y MÉTODO

Para elaborar el bocadito se procedió en el siguiente orden: a) **TRITURADO.-** Para el triturado de la materia prima (tunta), se utilizó una máquina chancadora marca Innova hasta obtener un griz de tamaño uniforme. b) **PESADO.-** Los griz de tunta, zanahoria y maíz se pesaron en una balanza digital y se dosificó las mezclas de acuerdo a las proporciones establecidas para una masa de 2000 gr. c) **MEZCLADO.-** Los griz de tunta, zanahoria y maíz, previamente pesados se mezclaron entre 2 - 5 minutos en una mezcladora. d) **EXTRUIDO.-** Los griz de maíz y tunta se alimentaron por una tolva al extrusor monotornillo simple a una temperatura de 120 °C, caudal de extrusión de 545 g/min. Manteniéndose el diámetro del orificio de salida del dado en 0.3 cm y una velocidad de giro del tornillo de extrusión de 298 rpm, el

producto fue alimentado conjuntamente con agua a razón de 1 a 3 m³/h, y en una segunda etapa se adiciono al mejor tratamiento griz de maíz a las mismas condiciones de proceso de extrusión, e) SECADO.- Los Snacks obtenidos fueron secados a temperatura ambiente. f) ENVASADO.- Los pellets extruidos se envasaron en bolsas de polietileno aluminizado. g) ALMACENAMIENTO.- El almacenamiento se efectuó a granel en bolsitas de 0.5 Kg, y en ambientes ventilados, con baja humedad, para realizar las evaluaciones físico sensoriales y valor biológico.

En una primera etapa se evaluó el comportamiento de la mezcla en griz (tunta, maíz) evaluó el efecto de la mezcla en el índice de expansión y gelatinización, considerando lo siguiente:

- Tunta 0 : Maíz 100 (T1)
- Tunta 5 : Maíz 95 (T2)
- Tunta 10: Maíz 90 (T3)
- Tunta 20: Maíz 80 (T4)
- Tunta 30: Maíz 70 (T5)
- Tunta 40: Maíz 60 (T6)
- Tunta 50: Maíz 50 (T7)

Los resultados fueron analizados mediante un diseño completamente al azar con diferente número de repeticiones por tratamiento, cuyo modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + \epsilon_{ij}$$

En una segunda etapa se evaluó el efecto de la humedad y granulometría sobre el índice de expansión y textura de los bocaditos obtenidos, considerándose lo siguiente:

- Granulometría de la mezcla tunta con zanahoria y maíz (0.5 – 0.8mm)
- Caudal de agua del proceso de extrusión (1, 2 y 3 g/l/h).

Los resultados fueron analizados mediante un diseño completamente al azar bajo un experimento factorial 2x3x3 cuyo modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta) + \epsilon_{ijk}$$

Los datos observados, para ambos casos se sometieron a un análisis de varianza (ANVA), con pruebas de comparaciones múltiples (p<0.05) (Steel y Torrie, 1982).

En una Tercera etapa se evaluó el efecto de los griz de zanahoria sobre los atributos sensoriales de sabor y textura de los bocaditos obtenidos, se estructuró los tratamientos de la siguiente forma:

- (M1)= 28.2%TUNTA+65.8%MAIZ+6%ZANAHORIA=100
- (M2)=27.3%TUNTA+63.7%MAIZ+9%ZANAHORIA=100
- (M3)=26.4%TUNTA+61.6%MAIZ+12%ZANAHORIA=100
- (M4)=47%MAIZ+47%TUNTA+6%ZANAHORIA=100
- (M5)=45.5%MAIZ+45.5%TUNTA+9%ZANAHORIA=100
- (M6)=44%MAIZ+44%TUNTA+12%ZANAHORIA=100

Los resultados de sabor y textura se evaluaron con el test estadísticos de friedman Ureña y Arrigo (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del análisis de variancia y se observa que no existen diferencias estadísticas significativas a (Pr ≤ 0.05), en el índice de gelatinización lográndose un promedio de 87% de gelatinización, haciendo notar que la sustitución de tunta por maíz, mantiene las características de un bocadito extruido, debido al almidón de maíz, por ser buena reserva energética ya que ocupa hasta el 80% de peso del grano, aproximadamente el 90% de almidón y 9% de proteína como lo indican Tanaka & Yamaguchi (1972), y la revista alimentaria (2001), y puede ser sustituido por los carbohidratos de la tunta; que al calentarse absorberán agua, teniendo una acción irreversible, de la misma forma al comportamiento del almidón y los griz se hincha y puede estallar (Alcazar, 2002), por el repentino incremento de consistencia y el almidón de tunta se hace mas digestible por la gelatinización; como lo indica Bjorck y asp (1983).

Cuadro 1.
Análisis de variancia para el índice de gelatinización

F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Tratamientos	6	29.63	4.93	1.04	0.44
T	6	29.63	4.93	1.04	0.44
Error	14	66.697	4.76		
Total	20	96.32			

El índice de expansión de los bocaditos de tunta y maíz (Cuadro 2), no presentó diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidad, entre tratamientos; por tanto no es afectada por la sustitución de tunta por maíz, lográndose 4.6% de índice de expansión; este comportamiento es de interés para uso industrial de la tunta y comparativamente a los estudios de Cop a (2000) con porcentajes de 10:90,20:80,30:70, y 40:60% de

quinua logró productos extruidos aceptables con mayor grado de expansión así mismo, Incahuanaco (2003) obtuvo un índice de expansión de 1.06, por lo que podemos afirmar que la tunta supera el índice de expansión desde el punto de vista tecnológico e industrial.

Cuadro 2.

Análisis de variancia para el índice de expansión.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamientos	6	0.551	0.091	1.45	0.26
M	6	0.551	0.091	1.45	0.26
Error	14	0.889	0.063		
Total	20	1.440			

El Cuadro 3, muestra que no existen diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidades en el índice de expansión por efecto de la granulometría, a diferencia de la humedad (Q) del extruido atribuyéndole al caudal de alimentación de agua para el proceso de extruido como factor crítico de proceso para obtener bocaditos extruidos de tunta con maíz, aseveración que es confirmado por Guy (2001), quien indica que los parámetros de proceso de extruidos son el caudal de agua, además caudal de alimentación, velocidad de tornillo, caudal de calentamiento, caudal de enfriamiento y configuración del tornillo; y Castro (1986) indica que mejor rendimiento del producto expandido se da en función a la presión y la humedad, y los productos expandidos son de mayores pesos e hinchazón, la cual no sucede a menores temperaturas, afirmando Caps y A bril (1999) que la humedad definitivamente influye sobre el índice de expansión, además el tipo de alimento o alimentos es otro factor a considerar para mejorar el índice de expansión, Harper (1991), por ello se debe conocer la composición en contenido de grasa, agua, proteína, y el tamaño de partícula Guy (2001), y

Cuadro 3.

Análisis de variancia para la evaluación del efecto granulometría - caudal de agua en el índice de expansión.

F de V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamientos	5	0.253	0.050	2.73	0.07
G	1	0.006	0.006	0.33	0.57
Q	2	0.197	0.098	5.33	0.02 *
G*H	2	0.049	0.024	1.33	0.30
Error	12	0.222	0.018		
Total	17	0.475			

dependerá mucho del porcentaje de humedad y presión del proceso respecto a los vegetales Espinoza (1986).

En el Cuadro 4, de DUNCAN, muestra que el Caudal Q1 y Q2 difieren estadísticamente a Q3, presentando mejor índice de expansión Q1 y Q2 con 3.9, seguido de Q3 con 3.7 respectivamente, lo que nos indica que tanto Q1 y Q2 son adecuados para el proceso de extrusión de tunta con maíz y la granulometría es opcional por no ser significativo en el índice de expansión; y mucho depende de la humedad y/o caudal de agua para la ganancia de humedad en el material que se está trabajando para lograr respuesta que se espera de un proceso de cocción por extrusión. Copa (2000).

Cuadro 4.

Análisis de comparaciones múltiples de duncan del caudal de agua sobre el índice de expansión

Homogeneidad	Promedios	N° observaciones	Caudal de Agua
a	3.94	6	H1
a	3.94	6	H2
b	3.72	6	H3

En cuanto al sabor (Cuadro 5), se determinó diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidades entre Tratamientos, y los panelistas presentaron preferencias en primer orden a M4 (1.75 ± 0.514666) seguido de M6 (2.625 ± 1.68502), M5 (3.625 ± 1.50594), M2 (4.00 ± 1.60), M3 (4.125 ± 1.457), y M1 (4.875 ± 1.356), como se puede observar en el Cuadros 6 de comparaciones múltiples de Duncan; denotando que los Tratamientos con 50% de Tunta y 50% así como los Tratamientos 30% de Tunta y 70% de maíz, mejoran notablemente su sabor al incrementar harina de zanahoria de 6, 9 y 12% respectivamente, frente a un bocadito en 100% maíz, donde el sabor es insípido.

Cuadro 5: Análisis de variancia para el sabor de los bocaditos de tunta-maíz-zanahoria

F DE V	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Comparación entre grupos	51.0	5	10.2	4.81	0.0014**
Error	89.0	42	2.11		
Total	140.0	47			

Cuadro 6: Prueba de comparaciones múltiples de duncan para el sabor de los bocaditos de tunta:maíz:zanahoria.

Tratamientos	N° observaciones	Promedios	Sig.
M4	8	1.75	a
M6	8	2.625	ab
M5	8	3.625	bc
M2	8	4.0	bc
M3	8	4.125	bc
M1	8	4.875	c

Cuadro 7. Análisis de variancia para la textura de los bocaditos de tunta-maíz y zanahoria

F de V	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Comparación entre muestras	35.854	5	7.170	2.95	0.0227*
Error	102.125	42	2.431		
Total	137.979	47			

Cuadro 8. Prueba de comparaciones múltiples de duncan para textura de los bocaditos de tunta –maíz– zanahoria.

Tratamientos	N° Datos	Promedios	Sig.
M4	8	2.125	A
M5	8	2.625	ab
M6	8	3.375	abc
M2	8	4.0	bc
M3	8	4.25	bc
M1	8	4.5	c

Los resultados del análisis de variancia de la prueba sensorial de textura (Cuadro 7), mostraron diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidades según la prueba de ordenamiento de Friedman, con preferencias de los bocaditos de tunta-maíz-zanahoria, en primer orden a M4 (2.125±0.99) seguido de M5(2.625±1.92), M6(3.375±1.40), M2(4.00±2), M3(4.25±1.28), y M1(4.5±1.511), respectivamente (Cuadros 8) la mejora en textura es debido al empleo de zanahoria en polvo, adicionada a las mezclas 30tunta/70maíz y 50Tunta/50Maíz, comparados a la textura de un producto 100% de maíz donde la textura se torna muy dura y que al romperse es notorio con un desquebrajamiento astillado y que al masticarse con la dentadura tiende a molestar las encías y el empleo de zanahoria mejora notoriamente esta cualidad del bocadito procesado por extrusión.

La prueba biológica de la PER (Cuadro 9), del bocadito de mejor aceptación M4 en sabor y textura; presentó un valor biológico inferior frente al patrón de la caseína de la leche 2.41, ese valores debido a la calidad de la proteína del bocadito ya que sus macro nutrientes son biológicamente consideradas de baja calidad proteica a diferencia de la leche, además la tunta en su composición proximal presenta carbohidratos (81.24%) al igual que el maíz(71.44%), y los valores de proteína (tunta 3.61% y maíz 7.8%) presentan aminoácidos limitantes que le atribuyen 1,39 de valor biológico. Por ello es necesario resaltar e indicar que el valor obtenido de 1.39 es mejor frente a extruidos de kañihua, kañihua germinada, maíz amarillo y frijol caballero, desarrollado por Jáuregui, Reyna y Gómez(2004); quienes detrmnaron para Maíz 85,0%, frijol 15,0%, PER 0.94; y kañihua 25,0%, maíz 75,0%, PER 0.82, además .

Cuadro 9. Pruebas biológicas

PARÁMETROS	ALIMENTO (Bocadito)
Numero de animales	10.000
Peso Inicial, gr.	35.978
Peso Final, gr.	53.088
Ganancia de Peso, gr.	17.110
Alimento Consumido, gr.	169.920
Materia seca del alimento, %	93.840
Proteína del alimento, %	7.290
Consumo de proteínas, gr.	12.300
PER	1.39

CONCLUSIONES

1. La granulometría no tiene efecto significativo en el proceso de cocción por extrusión en la mezcla tunta-maíz y zanahoria, pero sí el caudal de alimentación de agua; a más caudal los productos se toman deformes y a menor caudal el producto no llega a expandirse.
2. La prueba organoléptica aplicada permitió concluir que el tratamiento (M4), presentó alto nivel de aceptación con zanahoria al 6%.
3. Las mezclas de tunta-maíz y zanahoria; presenta proteínas biológicamente incompletas, no superan el PER de la leche, pero si el producto se torna como una alternativa de desarrollo e innovación en términos comerciales y cualidades sensoriales para diabéticos.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, E, VELÁSQUEZ-CORONADO, L, BRESSANI, R. (1994) Changes in dietary fiber content and its composition as affected by processing of black beans (*Phaseolus vulgaris*) Tamazulapa variety. *Plant Foods in Human Nutrition*: 46:139-145.
- ALCAZAR J. (2002) "Diccionario técnico de industrias alimentarias", Impreso en Cusco-Perú.
- BJORCK & ASP (1993) "The Effects of Extrusion Cooking on Nutrition Value-A Literature Review. *Journal of Food Engineering*"
- CAPS & ABRIL (1999) "Procesos de Conservación de los Alimentos" Edit. Madrid – España.
- CASTRO R. (1986) "Procesamiento de la Cebada por el Método de Expansión por Explosión" Tesis UNAL-Lima.
- CCOPA FLORES, R. (1998) Elaboración de un producto extruido tipo bocaditos base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y maíz (*Zea mays* L.).
- CORDERO BAUTISTA R. (1989) "Elaboración de mezclas instantáneas a base de maíz amarillo duro, quinua, soya, zanahoria y espinaca" Tesis UNALM Lima-Perú
- ESPINOZA Y. (1986) "Procesamiento del Maíz por el Método de Expansión por Explosión" Tesis UNAL-Lima
- FELLOWS P. (2001) "Tecnología del proceso de los alimentos, principios y practicas." Edit. Acribia, Zaragoza España.
- GOMEZ. G. OSCAR (1989) "Apuntes de procesamiento de productos agropecuarios andinos"
- GUY R. (2001) "Extrusión de Alimentos Tecnología y Aplicación" Edit. Acribia, Zaragoza España.
- HARPER J.M. (1991) "Nutritional Evaluation of food processing: Effects of Extrusion Processing on Nutrients" Ed. Karmas y Harris. New York. USA.
- MILLER (2001) "Extrusión of Foods"
- PACHECO DELAHAYE (1997) "Tecnología de Extrusión de Alimentos" Consulting Enginner N.Y.
- PONCE DE LEON J, REYNA y GOMEZ (2004) "Evaluación Biológica de Mezclas Extruidas a Base de kañihua, kañihua germinada, maíz amarillo y frijol caballero" Tesis UAG–México.
- REVILLA A. (2004) "Revista La Zanahoria salud para tus ojos" Editorial VIBUPA.
- REVISTA ALIMENTARIA (2001) "Mas Ventas"
- STEEL R.G.D AND TORRIES J.H (1982) *Principal and procedures of statistics 2nd edition* Mc Graw Hill International Book Co. Auckland. and grain Yield of the maize plant./fac. Agric. Hakkaido Univ.
- TAPIA (1997) "Cultivos Andinos y sub explotados y su aporte en la alimentación. Oficina regional de la FAO para América latina y el Caribe.
- TANAKA & YAMAGUCHI (1972) "Dry matter production, Yield components and grain Yield of the maize plant./fac. Agric. Hakkaido Univ.
- UREÑA & ARRIGO (1999) "Evaluación Sensorial de los Alimentos" Edit UNAL – LIMA.
- VARGAS J. (1990) "Procesamiento técnico de confitado de la zanahoria y nabo" Tesis UNSAAC, Cusco-Perú.
- VAN OSNABRUGGE (1989) "Food Extrusion Science and Tecnology" edit. Marcel Dekker Inc. New York.

DETERMINACIÓN DE LA DIFUSIVIDAD TÉRMICA EN CARNE DE ALPACA (*Lama pacos*) EN CONGELACIÓN

*Determination of Thermal diffusivity of Alpaca (*Lama pacos*) in freezing process*

Ancco Vizcarra, T. Huamán, N.

Universidad Nacional de Moquegua, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Moquegua, Perú

*Autor para correspondencia, e-mail: nhuamanc@unam.edu.pe

RESUMEN

Las propiedades físicas y termales de los alimentos juegan un papel importante en el diseño y construcción de equipos de congelación. En este trabajo se reporta mediciones de difusividad térmica en 5 diferentes cortes anatómicos en carcasas de carne de alpaca machos y hembras de saca, durante su proceso de congelación a -18°C . El método empleado fue el de curvas de penetración de calor en un cilindro de cobre. Los resultados obtenidos indican que los valores varían entre 8 y $10 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$. Existen diferencias estadísticamente significativas entre los 5 cortes anatómicos, lo que indica que la composición, orientación del musculo, estructura del tejido y humedad influyen directamente en esta propiedad térmica. Los valores son menores a la difusividad térmica de la carne de cerdo, la cual tiene mayor contenido de humedad y tenor graso.

Palabras clave: Alpaca, Difusividad térmica, carne, propiedades térmicas.

ABSTRACT

The physical and thermal properties of foods play an important role in equipment design if freezer. The goal of this research was to determine the thermal diffusivity for 5 anatomic parts of alpaca (*Lama pacos*) meat males and females during the freezing process up to -18°C . The method employed was the heat penetration curves in one copper cylinder. The results shown that values of thermal diffusivity are between 8 and $10 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$. There are statistic differences between the 5 anatomic parts of the animals, because of muscle composition, orientation of the fibbers and moisture content. All that differences have direct influence in the thermal diffusivity. The values obtained are less than thermal diffusivity of pork meat which has major moisture and fat contents.

Key words: Alpaca, thermal diffusivity, meat, thermal properties.

INTRODUCCIÓN

En el procesamiento de alimentos las operaciones unitarias tales como el secado, la refrigeración, la congelación, se encuentran estrechamente relacionadas a sus propiedades físicas y termales. Un alimento importante para el ser humano es la carne. En la región andina la carne de los camélidos sudamericanos, tales como la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Lama pacos*) juega un papel importante en las dietas por su valor nutritivo (Salva et al., 2009). La crianza de alpacas y llamas constituye una actividad de gran importancia principalmente en Perú y en Bolivia, y en menor grado en Argentina, Chile y Ecuador (Neely et al., 2001). Aproximadamente 500 mil familias campesinas dependen directamente de la actividad ganadera con camélidos sudamericanos, además de otras que se benefician indirectamente de ella. La carcasa de alpaca es el cuerpo del animal sacrificado, después de su sangría, desu ello y eviscerado, separado de la cabeza, órganos genitales, y patas (Tellez, 1992). La carne de alpaca es considerada saludable debido a que su carcasa tiene un bajo contenido de grasa (0.49%) y un bajo nivel de colesterol (51mg/100g) en comparación a otras carnes rojas (Cristofanelli et al., 2005). Una vez sacrificado el animal, su conservación constituye una etapa crítica en el proceso previo a su consumo. Uno de los métodos que garantiza la mayor preservación de la calidad de la carne es la congelación (Kerry et al., 2002). La determinación del tiempo de congelación, que depende de las propiedades físicas y termales de la carne, es un parámetro importante para establecer la capacidad del sistema de congelación a emplear (Heldman, 1983).

La difusividad térmica, α , mide la tasa de difusión de calor en un material que posee conductividad térmica, k [$W m^{-1} ^\circ C^{-1}$], densidad, ρ [$kg m^{-3}$] y calor específico, C_p [$J kg^{-1} ^\circ C^{-1}$], es la menos estudiada de las propiedades térmicas de las carnes, quizás debido a la escasez de equipos comerciales destinados a tal fin. La difusividad térmica de la carne en general es sensible a su cantidad de agua, de grasa, tipo de musculo, porosidad (James and James, 2002). En la carne de alpaca, el contenido de agua de alrededor de 74% puede cambiar considerablemente debido a múltiple factores tales como la edad del animal, su régimen de alimentación (Cristofanelli et al., 2005). Así la difusividad térmica puede variar en los diferentes cortes de la carcasa y de un animal a otro (Sahin and Gülüm Sumnu, 2006). Así, el objetivo del presente trabajo de investigación es la determinación de la difusividad térmica de 5 cortes anatómicos de carne de alpaca durante el proceso de congelación para ayudar en el diseño y mejoramiento de los sistemas de conservación y de procesamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La materia prima utilizada fue 10 kg de carne de alpaca macho (5 kg) y hembra (5 kg), clasificada como carne de saca y/o adulto entre 5 años de edad. La carne fue adquirida en el mercado local de la ciudad de Puno, Perú. El contenido de humedad fue determinado en alrededor de 70%. Este valor se encuentra cerca de los valores de humedad determinados por Cristofanelli et al. (2005). La Figura 1 (a y b), presenta el equipo especialmente armado el cual consiste en un baño térmico de agua agitado, en el cual un cilindro (hecho con un material de alta conductividad térmica) que contiene el alimento esta inmerso. El diseño tiene como base el reportado por Poulsen (1982) y Gupta (1996). El equipo consiste de un cilindro de cobre hueco de 200 mm de longitud y 27 mm de diámetro, con un espesor de pared igual a 1 mm. Los ambos extremos están tapados con un tapón hermético de teflón de 11 mm de espesor. Uno de los tapones tiene un agujero en el centro para introducir una termocupla de tipo J hasta el centro geométrico del cilindro.

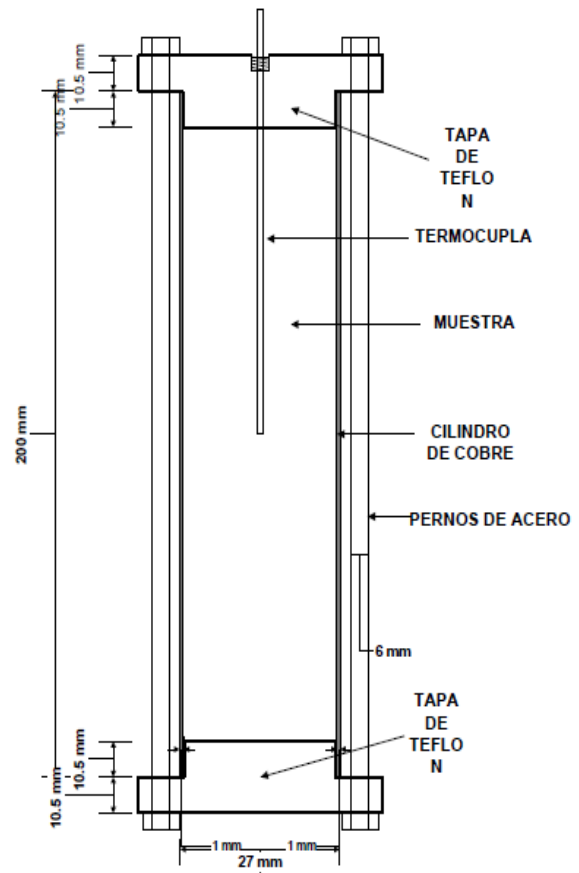


Figura 1a. Esquema del cilindro empleado para la medición de la difusividad térmica

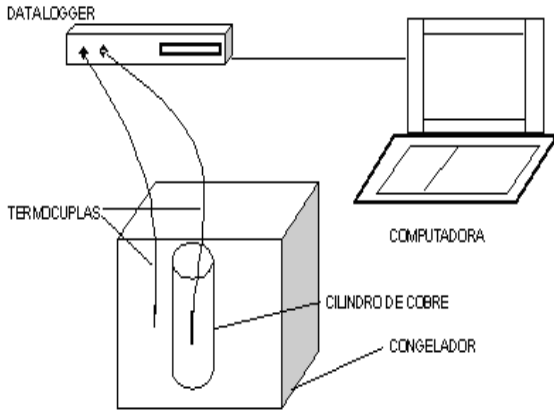


Figura 1b. Esquema del equipo empleado para la medición de la difusividad térmica

Para los 5 cortes anatómicos utilizados (Figura 2), las muestras fueron trozadas y picadas antes de ser introducidas en el cilindro. Un data logger registra la señal de variación de temperatura en función del tiempo (precisión de $\pm 0,05^\circ\text{C}$) cuando el cilindro está colocado en un congelador a -18°C . La metodología empleada en la determinación de la difusividad térmica fue el uso de las curvas de penetración de calor (Singh, 1982).

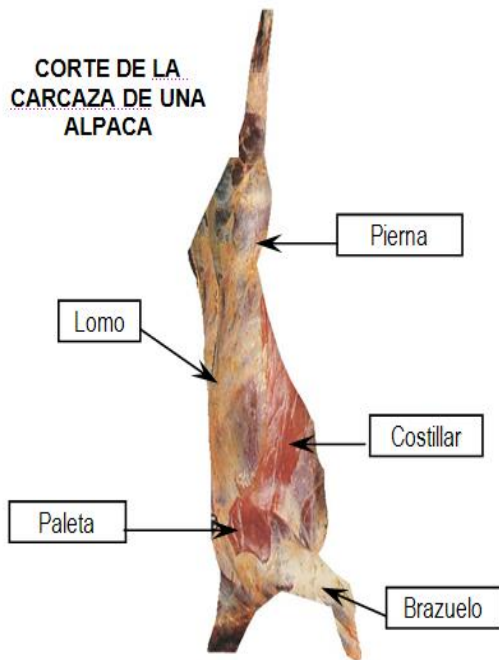


Figura 2. Esquema de la carcasa de alpaca y de los cortes anatómicos empleados (Téllez, 1992).

La ecuación general de transferencia de calor, es la siguiente:

Ecuación 1

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right)$$

Partiendo de esta Ecuación 1, se obtiene una nueva Ecuación 2, que nos permite obtener los perfiles de temperatura para una lámina y cilindro finito (Carslaw y Jaeger; Ball y Olson, citados por Singh, 1982).

Las soluciones analíticas son soluciones de serie que contienen exponenciales, seno y funciones trascendentales. Para un cilindro finito a una temperatura inicial uniforme, expuesto a una temperatura ambiental constante y con superficie con resistencia a la convección despreciable, la solución propuesta por (Carslaw y Jaeger, 1959) es la siguiente:

Ecuación 2

$$\frac{T_s - T}{T_s - T_i} = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2(-1)^{m+n}}{\beta_m} \cos(\beta_m 2x/l) \frac{2J_0(\beta_n r/R)}{\beta_n J_1(\beta_n)} \exp \left[- \left(\frac{\beta_m^2}{R^2} + \frac{4\beta_n^2}{l^2} \right) \alpha t \right]$$

Donde: Temperatura del medio circundante, T_i : Temperatura inicial, x : Coordenada rectangular, l : Longitud del cilindro finito, J_0 : Función Bessel de primer clase de orden cero, J_1 : Función Bessel de primer clase de orden uno, R : Radio en (m), β : Raíz de la función Bessel, β_n : Raíz de la función coseno, t : Tiempo (s), r : Coordenada radial y α : Difusividad térmica. Para situaciones donde la muestra es expuesta por un período prolongado de tiempo, solo el primer término de la solución por series es necesario.

Para un objeto finito de forma cilíndrica, la solución expresada por la Ecuación 2, puede ser simplificada de la siguiente manera, considerando que $m = n = 1$; es decir, $\beta_m = \beta/2$, $\beta_n = 2,4048$, y $J_1(2,4048) = 0,5191$. En el centro del objeto cilíndrico, $x = 0$, $r = 0$, y $J_0(0) = 1,0$. De esta manera la solución aproximada para largos períodos de tiempo es expresada como (Carslaw y Jaeger, 1959):

Ecuación 3

$$\frac{T_s - T}{T_s - T_i} = 2,0396 \exp \left[- \left(\frac{2,4048^2}{R^2} + \frac{\pi^2}{\ell^2} \right) \alpha t \right]$$

Cuando se grafican las curvas de penetración de calor experimentales sobre papel semi-logarítmico, es posible expresar la Ecuación 3 según Ball y Olson (1957) como:

Ecuación 4

$$t = f_c \log \left(j \frac{T_s - T_i}{T_s - T} \right)$$

Donde: $f_h = 0,398 \frac{r^2}{\alpha}$ es el parámetro de la curva de

enfriamiento y $j = 1,6$; para el caso de un cilindro infinito. La pendiente de la curva $t = \log(T)$, permite determinar el valor de α , reemplazando términos en la Ecuación 4. Se obtiene:

Ecuación 5

$$t = 0,398 \frac{r^2}{\alpha} \log \left[1,6 \frac{T_a - T_0}{T_a - T} \right]$$

A partir de la Ecuación 5, podemos calcular la difusividad térmica como:

Ecuación 6

$$\alpha = \frac{0,398 r^2}{f_c}$$

Los resultados fueron analizados estadísticamente empleando un Diseño Completo al Azar y se realizó la prueba de comparación múltiple de Duncan para observar la existencia de grupos homogéneos de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 3 se presentan los valores de la difusividad térmica calculada a partir de la Ec. 6 para diferentes cortes de carcasa de carne de alpaca (machos y hembras) durante el proceso de congelación. El mayor valor de corresponde al corte anatómico costillar, mientras que el menor valor de es para el corte anatómico paleta. La diferencia entre los dos valores es superior a 20%. Ambos valores extremos pertenecen a la carcasa del género hembra.

La difusividad térmica en los cortes de paleta y brazo de animales machos es mayor que para los animales hembras. En pierna y brazo los valores hallados son similares para ambos géneros. Estos resultados concuerdan en parte con lo afirmado por Bustinza (1993), quien señala que los dos tipos de carcasa (macho y hembra), tienen un comportamiento similar, cuando las muestras son sometidas al mismo nivel de temperatura (-18°C).

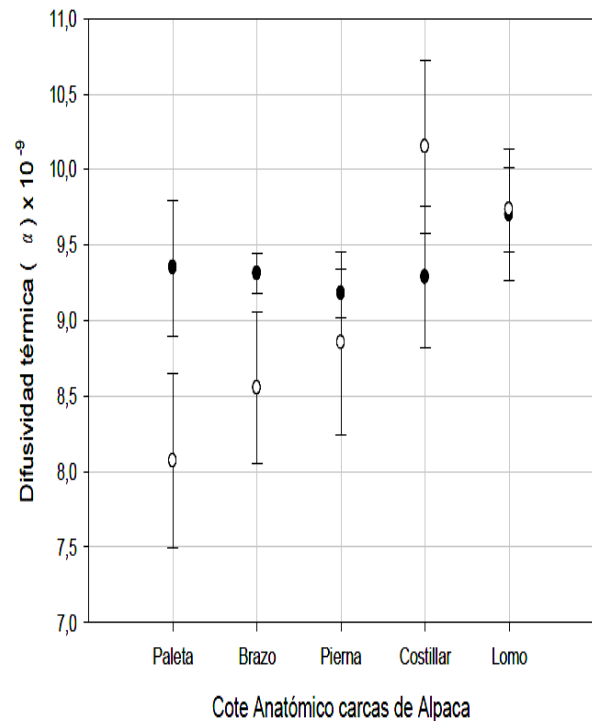


Figura 3. Promedio y desviación estándar de la difusividad térmica en 5 cortes anatómicos de carne de alpaca macho (●) y hembra (○), determinada a -18 ± 0,1 °C.

En comparación con la difusividad térmica de la carne magra de cerdo (con contenido de humedad de 73.3%) que es de alrededor de $4 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ para una temperatura de congelación de -18°C (James y James, 2002), los valores de difusividad térmica de carne de alpaca encontrados son menores (alrededor de 100 veces), ya que su contenido de humedad es mas bajo (alrededor de 70%).

Por otra parte, el contenido de grasas es solamente de 0.49 % mientras que la carne de cerdo tiene 6%. Además, la conductividad térmica de la grasa es de aproximadamente 6 veces menor que la conductividad de la carne ($\approx 0.25 \text{ W m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$) (James y James, 2002). Este menor contenido de agua y de grasa explicaría la baja difusividad térmica de la carne de alpaca. Los diferentes tipos de agua (libre y ligada por ejemplo) presentes en la carne y la posición relativa de los músculos en las diferentes partes anatómicas, así como la absorción monomolecular y la microcapilaridad también pueden ser la causa de esta diferencia (Kerry et al., 2002). La gran amplitud de los valores de la desviación estándar de la difusividad térmica puede estar causada por la manipulación de las muestras en el momento de la carga y acomodo en los cilindros de cobre.

Al determinar la existencia de grupos homogéneos de valores de difusividad térmica en los cortes anatómicos estudiados se observa que aún en el mismo género pueden existir valores diferentes, esto probablemente debido a la composición, a la estructura del tejido y a la orientación de las fibras en los músculos de la carne en las diferentes partes anatómicas del animal (Cuadro 1).

Parte Anatómica	Macho	Hembra
Paleta	BCDE	A
Brazo	BCDE	AB
Pierna	BCD	ABC
Costillar	BCD	E
Lomo	CDE	DE

Cuadro 1: Grupos homogéneos de difusividad térmica en 5 cortes anatómicos de carcasas de carne de alpaca machos y hembras.

CONCLUSIONES

Los valores de la difusividad térmica de las carcasas de carne de alpaca están comprendidos entre 8 a $10 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre los 5 cortes anatómicos evaluados. Los resultados indican que la composición, orientación del músculo, estructura del tejido y humedad influyen directamente en esta propiedad.

BIBLIOGRAFÍA

BALLI, C. O., OLSON, F. W. C. (1957). *Sterilization in Food Technology*. Mc Graw Hill, New York, USA.

BUSTINZA, V. (1993). *La Alpaca*. Editorial Universitaria Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

CARSLAW, H. S., Jaeger J. C. (1959). *Conduction of heat in solids*. Oxford University Press, USA.

CRISTOFANELLI, S., ANTONINI, M., TORRES, D., POLIDORI, P., RENIERI, C. (2005). Carcass characteristics of peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) reared in the Andean highlands. *Small Ruminant Research*, 58, 219–222.

GUPTA, T. R. (1996). Thermal diffusivity measurements of Wheat Flour and Wheat Flour Dough. *J. Food Proc. Eng.* 19:343-352

HELDAM C. J. (1983). Factors influencing food freezing rates. *Food Technol.* 37:103-109.

JAMES, S. J., JAMES, C. (2002). *Meat refrigeration*. CRC Press.

KERRY, J., KERRY, J., LEDWARD, D. (2002). *Meat processing: Improving quality*. CRC Press.

NEELY, K. TAYLOR, C., Prosser, O., & Hamlyn, P. F. (2001). Assessment of cooked alpaca and llama meats from the statistical analysis of data collected using an “electronic nose”. *Meat Science*, 58, 53–58.

POULSEN, K. P. (1982). Thermal Diffusivity of Foods Measured by Simple Equipment. *J. Food Eng.* 1: 115-122.

SALVÁ, B. K., Zumalacárregui, J. M., Figueira, A. C., Osorio, M. T., Mateo, J. (2009). Nutrient composition and technological quality of meat from alpacas reared in Peru., *Meat Science*, Accepted Manuscript

SAHIN, S., GÜLÜM SUMNU, S. (2006). *Physical Properties of Foods*, Springer, USA, pp. 107.

SINGH, R. P. (1982). Thermal diffusivity in food processing. *Food Technology*, 36(2), 90.

TÉLLEZ V. J. (1992). *Tecnología e industrias cárnicas*. Artes Gráficas Espino. Lima, Perú

ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE QUINUA (*CHENOPODIUM QUINOA* WILLD.) EN EL INTERSALAR BOLIVIANO

Sustainability analysis of Quinoa production (Chenopodium quinoa Willd.) in the bolivian intersalar

Medrano Echalar AM¹, Torrico Albino JC², Fortanelli Martínez J.³

¹ Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales – Environment and Resources Management in the Tropics and Subtropics, Universidad Autónoma San Luis Potosí – México, Cologne University of Applied Sciences – Germany

² Institute for Technology and Resources Management in the Tropics and Subtropics Cologne University of Applied Sciences.

³ Instituto de Zonas Desérticas – UASLP – México.

*Autor para correspondencia, e-mail: anita_medrano@hotmail.com

RESUMEN

En la región altiplánica de Bolivia, en los departamentos de Oruro y Potosí, se evaluó la evolución del cultivo de quinua, de forma temporal y espacial, a través de imágenes satelitales de los años 1975, 1990 y 2010 en el Intersalar boliviano. También se realizó un diagnóstico socioeconómico mediante un estudio de caso con comuneros de Pozo al Mar, municipio de Salinas Garcí de Mendoza a través de entrevistas y encuestas para determinar los impactos generados por la expansión del cultivo en la comunidad. Los mapas generados a través de las imágenes satelitales muestran que, entre 1975 y 2010, el cultivo de quinua, se incrementó entre 70% y 300% en terrenos planos y sufrió un decremento del 16% al 32% en terrenos de ladera. Con el análisis socioeconómico se determinó que, en la comunidad estudiada, la generación de mayores ingresos económicos por el cultivo de quinua ha tenido repercusiones en cambios en la forma de vida y hábitos alimentarios, así como conflictos sociales por desigualdad en la posesión de tierras e ingresos monetarios.

Palabras Clave: Quinoa, Intersalar boliviano, agricultura sostenible, cambio de uso de suelo

ABSTRACT

In the departments of Oruro and Potosí was evaluated the evolution of the quinoa crop in time and space through satellite images of the years 1975, 1990 and 2010 in the Bolivian Intersalar. A socioeconomic diagnostic was also carried out through interviews and surveys, to determine the impacts generated from the extension of the quinoa cultivation in the community “Pozo al Mar” in the municipality of “Salinas Garcí de Mendoza”. The maps generated through satellite images show that between 1975 and 2010, the cultivation of quinoa, increased from 70% to 300% on flat surfaces and decreased from 16% to 32% on hillsides. With the socio-economic analysis, it was demonstrated that in the studied community, the increasing income for the quinoa cultivation had impacts on lifestyle’s changes, eating habits, and social conflicts over unequal land ownership and monetary income.

Keywords: Bolivian Intersalar, soil, sustainable agriculture, land-use change

INTRODUCCIÓN

La mayor producción de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) en Bolivia se encuentra en agroecosistemas andinos, una de ellas el agroecosistema del intercalar boliviano. Por agroecosistema se entiende: sistemas ecológicos modificados por el ser humano para obtener alimentos y otros servicios. Son estructural y funcionalmente complejos por la interacción entre procesos ecológicos y socioeconómicos (Guzmán Casado *et al.*, 2000).

El agroecosistema de producción de quinua en el Intersalar presentó varios cambios en los últimos años. La habilitación de nuevas parcelas para la producción de quinua generó un cambio espacial y temporal del cultivo; así, pudiese haber un patrón general que correlaciona esta expansión con un decremento en la fertilidad del suelo. Esto ocasiona rendimientos bajos, reducción de la expansión del agostadero, intensificación del cultivo e introducción de prácticas agrícolas inadecuadas, llegando así a la reducción de la sostenibilidad de este sistema de producción.

Dentro de los cambios más representativos esta la deforestación de extensas superficies de vegetación nativa como los tholares¹ y zonas de pastoreo para ser cultivadas con quinua. Las prácticas agrícolas son inadecuadas dominando el monocultivo intensivo, disminución de los años de descanso de la tierra e incremento en el uso de maquinaria pesada. (Fundación AUTAPO, 2008).

El paisaje característico de la zona, está relacionado con vegetación de arbustos leñosos, matorrales enanos semidecíduos y xeromórficos y con variedades de tholares (Fundación AUTAPO, 2008) algunas de cuyas especies eran utilizadas como combustible y alimento para la cría de ganado camélido y ovino. Al reemplazar las zonas de pastoreo por cultivos de quinua se ha venido ejerciendo mayor presión sobre el suelo porque se ha pasado del pastoreo extensivo al pastoreo intensivo en los tholares remanentes. Por todo lo anterior, se puede afirmar que el cambio de uso de suelo generado en el Intersalar contribuyó al proceso severo de deterioro de los suelos.

En los sistemas agrícolas de producción de quinua la calidad del suelo es un factor determinante. Cuando hablamos de calidad y salud del suelo nos referimos a conceptos equivalentes (Doran y Parkin (1994), citado por Bautista *et al.*, 2004). La calidad del suelo debe interpretarse como la utilidad del mismo para un

propósito específico en una escala amplia de tiempo (Carter *et al.*, (1997), citado por Bautista *et al.* 2004). Por otra parte, la salud del suelo está constituida por las propiedades dinámicas del suelo como: contenido de materia orgánica, diversidad de organismos o productos microbianos en un tiempo particular (Romig *et al.* (1995), citado por Bautista *et al.*, 2004).

En este artículo consideramos que, para una producción sostenible de quinua, es fundamental tener conocimiento de los cambios generados en el agroecosistema y su sostenibilidad.

Objetivos: a) Caracterizar los sistemas de producción de quinua practicados en el Intersalar; b) Realizar una evaluación ambiental, social y económica de los impactos producidos en comunidades quinueras del Intersalar.

METODOLOGÍA

Para la clasificación de agroecosistemas (sistemas de producción), se realizó revisión de literatura, complementadas con visitas de campo y entrevistas con los agricultores.

Se usó un mapa de altitud del Intersalar boliviano (1: 390,000) e información cartográfica proporcionado por FUNDEPCO (Fundación para el Desarrollo Participativo Comunitario)

Debido a la carencia de imágenes satelitales de la zona por parte de las instituciones y de las organizaciones bolivianas, se procedió a bajar imágenes liberadas en internet. Se tuvieron como limitantes la resolución de las imágenes así como también las fechas de su toma. Las imágenes fueron seleccionadas según las características:

- Años: 1975, cuando inició el incremento en la producción de quinua, hasta el año 2010.
- Época del año: meses de febrero y marzo (cuando la quinua está lista para cosechar y presenta mayor pigmentación).
- Ubicación: Latitud -20.2 Longitud -67.5
- Fuentes consultadas para la obtención de imágenes: U.S. Geological Survey (USGS) - Earth Resources Observation and Science (EROS) Center. -Satélites: Landsat y CBERS 2

Alcance: Debido al corte de las imágenes se trabajó solo con las siguientes comunidades del Intersalar: Salinas Garcí de Mendoza, Tahua y Llica.

Se hizo el análisis visual a través de la inspección directa de campo, toma de datos complementaria en campo y

¹Tholares: Denominación común para un conjunto de plantas de diferente género y especie que comparten algunas características como porte arbustivo, son perennifolias y contienen resina, entre otras características.

georeferenciación (GPS). Posteriormente, con los software ArcView (versión 9.0) y ENVI (versión 4.7) se realizó el procesamiento de imágenes satelitales y la clasificación multiespectral.

Para estudiar la sostenibilidad del agroecosistema se trabajó con indicadores. Para esto el primer paso fue localizar una comunidad representativa de la problemática: Pozo al Mar. En base a los parámetros

establecidos y a las características de la zona se determinó el tamaño de muestra de la población.

Se elaboró una encuesta estructurada en base a los indicadores de sostenibilidad (Tabla 1) y se realizaron visitas y pláticas informales con los informantes seleccionados. Con los datos del trabajo de campo se procedió analizarlos y trabajarlos cualitativamente (descripción) y cuantitativamente (con el paquete estadístico SPSS *Statistics* versión 18.0).

Tabla 1. Indicadores y medidores de sostenibilidad utilizados para la elaboración de encuestas, caso de estudio Intersalar boliviano (modificado de Castillo, 2004)

Dimensión	Indicador/Elemento	Forma de medición (por unidad familiar de producción)
Social	Capacitación a los productores	Nuevas prácticas aplicadas en el cultivo de quinua
Económico	Mejoras al sistema productivo	Porcentaje de parcelas convencional – orgánico – transición
	Destino de la producción	Porcentaje de producción para venta y para consumo Número de productos nuevos introducidos en la alimentación
Ambiental	Estado de los recursos	Superficie cultivada con quinua
		Tiempo de descanso entre cultivo
		Número de parcelas en ladera y planicie
		Máximo y mínimo rendimiento

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actualmente el cultivo de quinua es producido básicamente bajo tres sistemas: Sistema de tradicional producción de quinua para autoconsumo y de bajos insumos.

Sistema convencional de producción de quinua de altos insumos.

Sistema orgánico para exportación.

La siguiente Figura explica las características de cada sistema.

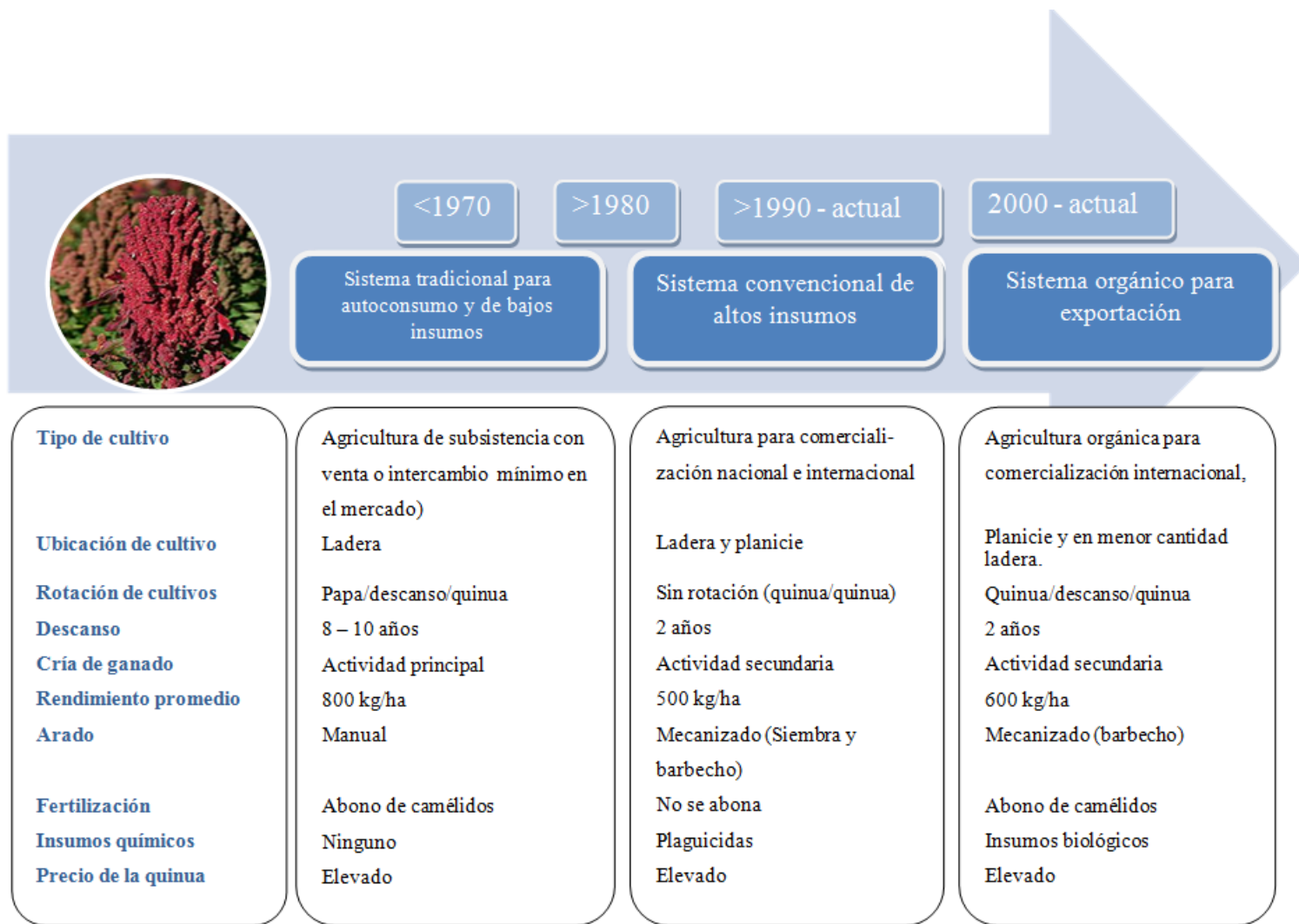


Figura 1. Clasificación de los sistemas de quinua en el Intersalar boliviano (elaborado a partir de Puschiasis, 2009; Fundación AUTAPO, 2008; INFOQUINUA, 2008; Alvarez *et al.*, 2006 y trabajo de campo)

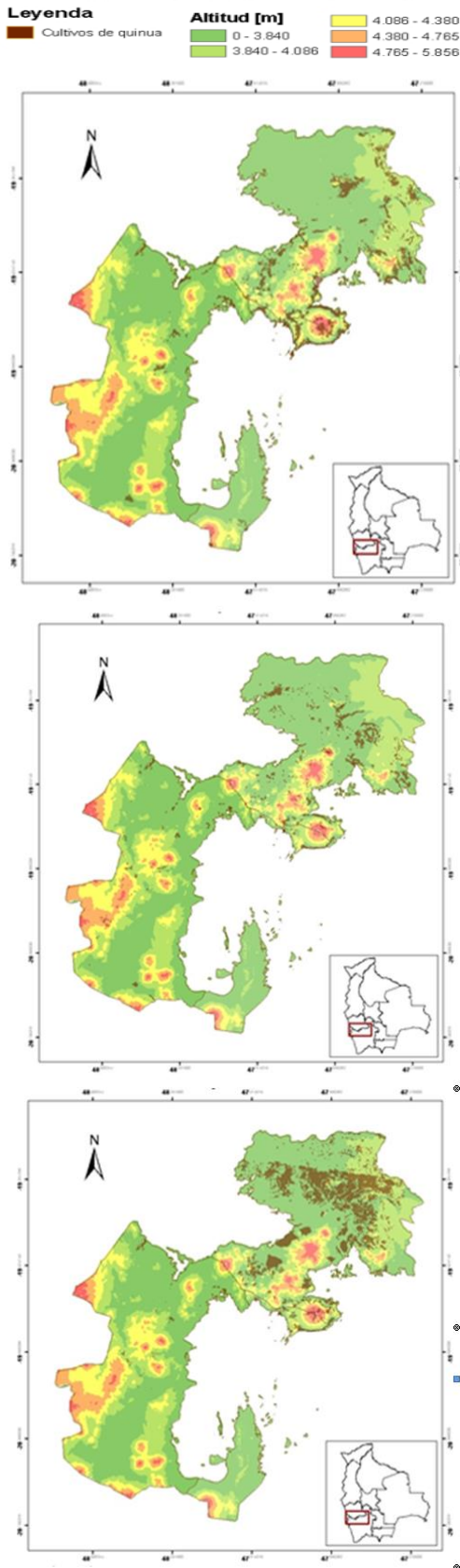


Figura 1. Mapa de altitud y cultivos de quinua. Año 1975, 1990 y 2010. Municipios Salinas Garcí de Mendoza, Tahuá y Llica. Ilustra la expansión del cultivo de quinua en los últimos 25 años.

La expansión registrada por el Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (INE) es de 19, 240 ha para el año 1975; 38, 615 ha para el año 1990, y para el año 2010 no se tienen registros. El dato más reciente es del 2008 e indica 45, 454 ha.

Es importante mencionar que estos registros son de la expansión de quinua a nivel nacional, no se tienen registros específicos para la zona de estudio. Además se realizan a través de estimaciones de ventas externas e internas con rendimientos promedio. Por otra parte, el comercio de la quinua presenta irregularidades, de bidas principalmente a que gran cantidad de la producción es vendida ilegalmente al Perú y estas cifras son difícilmente cuantificables y no se reflejan en las estadísticas nacionales. Por ello, comparar los datos de este trabajo con los registros nacionales no es posible.

En un intento de entender la distribución espacial de la expansión del cultivo de quinua a través de los años, se sobrepusieron las parcelas de quinua identificadas a un mapa topográfico de la zona de estudio visualizándose de la siguiente forma: La comunidad seleccionada para el estudio con los indicadores de sostenibilidad fue Pozo al Mar, localizada en la provincia Ladislao Cabrera, municipio Salinas Garcí de Mendoza en el departamento de Oruro. Esta comunidad está catalogada como área rural y tiene 35 viviendas, presenta una población total de 97 personas, de las cuales 56 son hombres y 41 son mujeres (INE, 2001).

Esta comunidad se caracteriza por haber tenido cambios importantes en el uso de suelo en los últimos cinco años. La actividad principal de esta comunidad era la cría de ganado camélido (llamas) porque la presencia de heladas constantes no permitía la producción agrícola. A pesar de ello, en la zona siempre se cultivó quinua para autoconsumo en parcelas ubicadas en ladera. Pero en los últimos años la presencia de heladas disminuyó e incluso los comuneros mencionan que la temperatura ha subido (Trabajo de campo 2010, entrevistas a comuneros y técnicos describas en párrafos inferiores); es así que se empieza la producción intensiva de quinua para la venta y disminuye la cría de ganado.

Debido a la reducida población de Pozo al Mar, el tamaño de muestra que se tomó para las encuestas fue del 100%, es decir que se entrevistó a todos los agricultores de la zona que en total fueron 19. A continuación se describen los resultados obtenidos del análisis estadístico que se

realizó a los datos obtenidos de las encuestas según la dimensión, indicador y variables utilizadas.

Dimensión: Social

La Figura 3 muestra la relación entre la asistencia a talleres con las prácticas agrícolas nuevas implementadas por los agricultores. La capacitación constante a los agricultores es obligatoria dentro la norma de producción orgánica y generalmente los talleres son impartidos por los técnicos de la organización ANAPQUI. En este gráfico se observa que la mayoría de los agricultores que recibió capacitación ha implementado nuevas prácticas en su cultivo; aunque, como se mencionó anteriormente, la mayoría de estas prácticas son exigidas por la norma de producción orgánica. Sin embargo, es importante continuar y estimular talleres de capacitación que sean impartidos no sólo por los técnicos sino también por los mismos agricultores ya que ellos tienen mayor experiencia en la producción de quinua y por ello siempre realizan y prueban mejoras novedosas en sus cultivos.

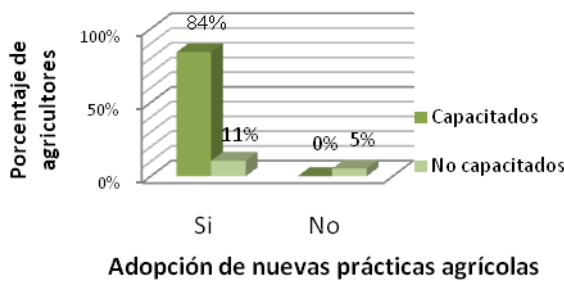


Figura 2. Relación de la capacitación impartida a los agricultores de quinua y la adopción de prácticas agrícolas nuevas. Comunidad Pozo al Mar, año 2010

Dimensión: Económica

Las normas de producción orgánica exigen una serie de mejoras agrícolas; estas no son específicas para la producción de quinua y son determinadas por las organizaciones de productores y por las normas a certificar. En el caso de ANAPQUI son obligatorias las barreras vivas en cada parcela y el descanso de dos años entre cultivos.

Las barreras vivas de las parcelas de producción de quinua consisten en tholares pequeños de una sola hilera, con una altura no mayor a los 25 cm y una anchura de 30 cm aproximadamente.

■ Abono
■ Barreras vivas
■ Área de conservación

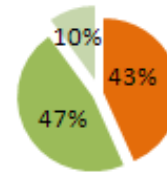


Figura 3. Porcentaje de agricultores que realizan mejoras al sistema productivo según las prácticas realizadas. Comunidad Pozo al Mar, año 2010.

Las parcelas convencionales de altos insumos son las parcelas de producción de quinua donde se utilizan insumos externos que pueden ser químicos, no existe rotación de cultivos y el arado puede ser de cualquier tipo; en el caso de Pozo al Mar esta cifra es del 32% (Figura 5). La mayoría de la producción de quinua es orgánica, es decir, cuenta con la certificación para la producción ecológica de una certificadora autorizada que es Bolicert y están regidos de acuerdo a las normas: Europea Reg (EC) N° 834/2007 e (EC) N° 889/2008 y *National Organic Program* (NOP). Los productores en transición son aquellos que están en proceso de certificación orgánica y deben esperar tres años antes de obtener la certificación, por lo que se puede proyectar un incremento de productores orgánicos de 68% dentro de dos años.

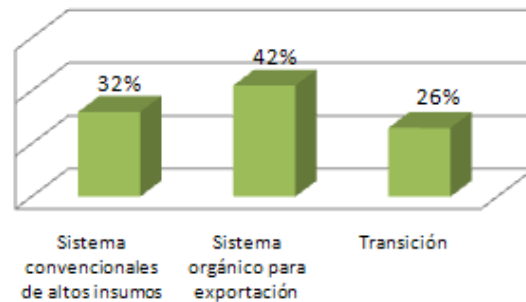


Figura 4. Porcentaje de los tipos de agricultura realizados en la comunidad Pozo al Mar. Año 2010

El mayor porcentaje de la quinua orgánica es destinada a la exportación (58%). Todos los productores afiliados a ANAPQUI entregan su producción a esta organización y ésta es vendida a mercados externos a mejor precio (\$100 USD/qq). Los agricultores convencionales venden su quinua en el mercado interno de Challapata (\$80 – 100

USD/qq), aunque muchas veces este precio puede ser mayor por la demanda peruana de quinuade contrabando.

En la Figura 6 se ve claramente reflejada la problemática descrita a lo largo del trabajo, la expansión del cultivo de quinua para la comercialización. Si bien antes la quinua era cultivada solamente para el autoconsumo, ahora se observa que los porcentajes destinados para ello son mínimos (<10%); incluso hay agricultores que venden el total de su producción. Según el Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas (PMA) (2008), en el año 1980 el 80% de la producción de grano de la quinua

era consumida por las familias en el altiplano y el 20% restante era destinado al mercado.

Si se considera que la amplitud más frecuente de superficie de terreno por agricultor es de 5 a 10 ha y el promedio de rendimiento actual es de 13 qq/ha, la producción de quinua varía entre 65 qq/ha y 130 qq/ha; ahora bien, suponiendo que se guarda el 5% en promedio para autoconsumo, se obtiene un consumo de 3 a 6.5 qq/año/familia (138 kg/año/familia – 299 kg/año/familia).

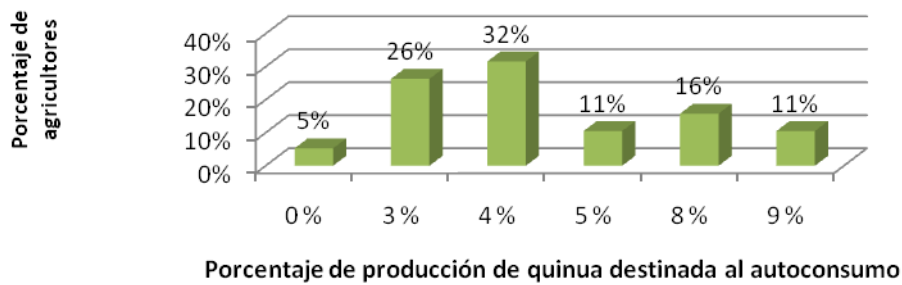


Figura 5. Porcentaje de producción de quinua destinado al consumo familiar expresado por porcentaje de agricultores. Comunidad Pozo al Mar, año 2010

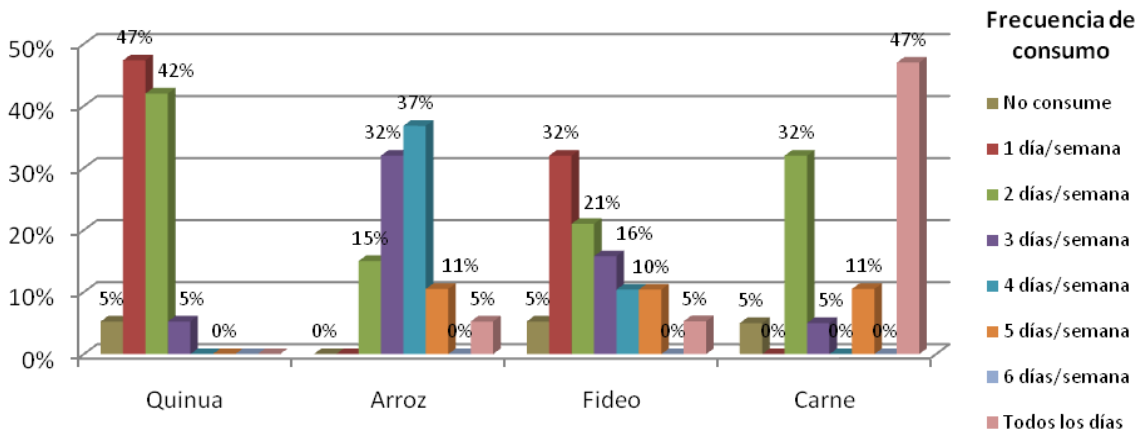


Figura 6. Frecuencia de consumo de alimentos en Pozo al Mar, año 2010

Es así que nace la inquietud de estimar el consumo actual de quinua y compararlo con productos introducidos (Figura 8).

En la figura 7 observa el consumo diario de carne (llama y oveja); si bien este consumo es en pequeña cantidad (menor a 100 gr/día) no era frecuente en la zona. Antiguamente, la alimentación de la zona se caracterizó por el consumo de quinua, papa y ocasionalmente carne de camélidos (VSF-CICDA, 2009).

El consumo diario de quinua se ve desplazado por el consumo de fideo y arroz. La quinua es consumida solo una vez a la semana por la mayoría de las familias, a diferencia del arroz y el fideo los cuales son consumidos diariamente. Los agricultores mencionan que dejaron de consumir porque hoy en día ya no hay tiempo para prepararla (la quinua demanda mucho trabajo y tiempo para su preparación); además dicen que “ya se cansaron” de comer quinua. Por otra parte también se observa la influencia de los residentes que llegan con nuevos hábitos alimentarios.

Otro aspecto fundamental que genera cambios en los hábitos alimentarios es la economía familiar. No sólo referente a los ingresos y egresos de la familia, sino también a los precios del mercado. Actualmente existe una diferencia significativa entre el precio de la quinua y otros alimentos básicos como el arroz y fideos. Laguna (1999) menciona que la disminución en el consumo de la quinua fue causada por el aumento en el precio de mercado. La quinua ha tenido un incremento acelerado de precio. Por ejemplo, en el año 2007 un quintal de quinua (46 kilos) tenía un precio de 270 bs (\$38.5 USD), en el año 2008 -a inicios del año- 320 bs (\$45.7 USD) y a finales del mismo año 720 bs (\$102 USD); es decir, en un mismo año el precio se duplicó, y en dos años casi se triplicó (CPTS, 2008).

Una familia de productores puede vender 1 kilogramo de quinua hasta en 17 bs. (\$2.42 USD) y comprar 1 kilogramo de arroz en (\$1.14 USD) o de fideo en 15 bs. (\$2.14 USD) (INE, 2009). Es decir, resulta más barato reemplazar la quinua por otros alimentos (sin tomar en cuenta el valor nutricional que se pierde).

Dimensión: Ambiental.

Aunque la producción agrícola de esta zona está dedicada principalmente a quinua, también se tienen parcelas de descanso, áreas de pastoreo y en menor cantidad parcelas de producción de papa para autoconsumo. Si los porcentajes de áreas cultivadas con quinua se comparan con los referentes a las áreas de conservación se observa que la superficie de estos es mínima. Así, a pesar de que la norma de producción orgánica menciona la importancia de áreas de conservación, está no es una práctica frecuente en la zona.

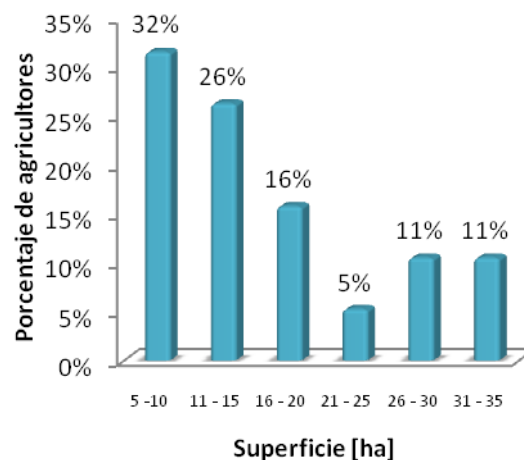


Figura 7. Porcentaje de agricultores de Pozo al Mar que poseen áreas de producción de quinua en función a superficie

El tiempo de descanso de parcelas exigido por ANAPQUI es de dos años entre ciclo de cultivo. El 68% de los agricultores descansan sus parcelas 2 años y el 32% solo un año. Según observaciones de campo, en las parcelas que tenían dos años de descanso la vegetación presente era casi nula y esos suelos estaban expuestos a la erosión; esto lleva a pensar que este tiempo es insuficiente para la recuperación de suelos. Según estudios de Cary y Angulo (2006) el tiempo necesario para establecer una sucesión de vegetación intermedia es de 5 a 9 años.

Otra de las consecuencias de la expansión del cultivo de quinua que se vio reflejada en las encuestas es la ubicación de las parcelas. Los agricultores indicaron que poseen mayor cantidad de parcelas en planicie (entre 16 y 20 parcelas). En ladera solo tienen de 1 a 5 parcelas; estas son las más antiguas y eran utilizadas en la producción de quinua para autoconsumo. El 21% de agricultores no posee parcelas en laderas, por lo que se podría intuir que son agricultores nuevos porque las parcelas en planicie son nuevas y comenzaron a habilitarlas hace cinco años aproximadamente.

El rendimiento de quinua es muy variable según la zona del altiplano sur. En la mayoría de los municipios de Salinas Garci de Mendoza los rendimientos han ido disminuyendo con el pasar de los años. En el caso de Pozo al Mar no se puede hacer una comparación con años anteriores porque es una zona relativamente nueva y aún se continúan habilitando terrenos para la producción.

Según las encuestas realizada el rendimiento promedio para el año 2010 es de 0.6 t/ha, es decir que el 85% de los

agricultores en algún momento han tenido rendimientos mayores al promedio actual.

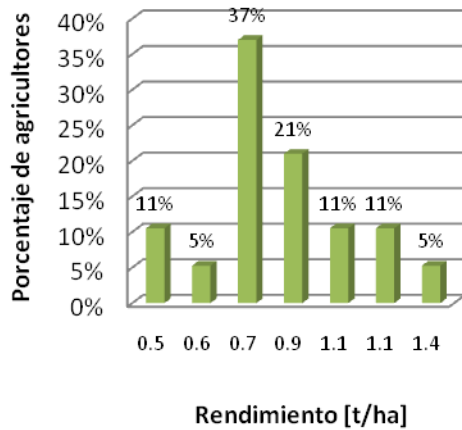


Figura 8. Rendimientos máximos de la producción de quinua, expresados en porcentaje de agricultores. Comunidad Pozo al Mar, año 2010

Como se mencionó anteriormente, ante la presencia de heladas o sequías se llega a perder casi la totalidad de la producción, los rendimientos son menores a un quintal de quinua por hectárea. El rendimiento mínimo experimentado por la mayoría de los agricultores está por debajo del promedio actual de 0.6 t/ha.

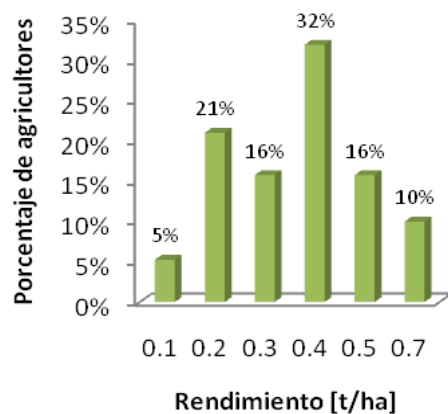


Figura 9. Rendimientos mínimos de la producción de quinua, expresados en porcentaje de agricultores. Comunidad Pozo al Mar, año 2010

Si el mayor porcentaje de agricultores siembra quinua en parcelas de 5 a 10 ha, y el rendimiento promedio de quinua de este año fue de 0.6t/ha, al el precio actual de

\$2,174 USD/t la mayoría de los agricultores tendría un ingreso de \$13,000 USD/año. Vale la pena destacar que el 11% de los agricultores con mayor expansión de terreno (>30 ha) tendrían un ingreso de \$45,500 USD/año.

CONCLUSIONES

Se documentaron tres sistemas de producción de quinua: a) tradicional para autoconsumo y de bajos insumos; b) convencional de altos insumos; y c) orgánico para exportación. Sin embargo, el trabajo de campo evidenció la inexistencia del sistema tradicional para autoconsumo y de bajos insumos en las comunidades evaluadas de Salinas Garcí de Mendoza, Tahua y Llica.

El sistema convencional de altos insumos tiende a disminuir, dando paso a la producción de quinua orgánica, ya que ésta presenta mayores ingresos económicos. Este sistema, enfocado a la exportación es el que registra actualmente el mayor crecimiento.

En la comunidad Pozo al Mar, el análisis de los factores económicos y sociales indica diferencias importantes en la distribución de tierras, entre 10 ha y 50 ha por familia; esta situación ocasiona ganancias monetarias inequitativas entre comuneros que repercuten en conflictos sociales. También se muestran cambios en los hábitos alimentarios: por ejemplo, el 47% de esta población consume quinua una vez a la semana, mientras que el 37% consume arroz al menos cuatro días a la semana.

Se determinaron impactos ambientales negativos sobre el suelo, debido a la introducción de prácticas agrícolas nocivas. El 100 % de los agricultores utiliza arado de discos para la preparación de tierras y toda la comunidad cultiva un solo ecotipo de quinua, la Real Blanca.

La expansión de los cultivos de quinua en el Intersalar boliviano representa desde el punto de vista de la sostenibilidad, un elevado riesgo, primero por la reducción de la resiliencia de las condiciones naturales favorables, debido a la reducción considerable del tiempo de barbecho. Segundo, el incremento de la exposición del suelo, a causa de las nuevas prácticas agrícolas, conlleva a mayores tasas de erosividad. Tercero, el incremento de la demanda y del precio de la quinua, regidas por el mercado internacional, incrementa la dependencia a factores externos, sobre los cuales los agricultores tienen poco o ningún control.

BIBLIOGRAFÍA

Agronomes et Vétérinaires sans frontières (VSF-CICDA), 2009. Quinoa y territorio Experiencias de acompañamiento a la gestión del territorio y a la autogestión comunal en la zona Intersalar del altiplano boliviano. En sitio web: <http://www.dexcel.org/pdf/territorio.pdf>. Revisado (24/04/2010)

ALVAREZ M. ADOLFO, FRANÇOIS BOUCHER, FERNANDO CERVANTES, 2006. Agroindustria rural y territorio: Los desafíos de los sistemas agroalimentarios localizados. En sitio web: <http://books.google.com.mx/books?id=lm1l3gBatvwC>. Revisado (30/01/2009)

BAUTISTA CRUZ A., ETCHEVERS BARRA J., DEL CASTILLO R.F., GUTIÉRREZ C. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores. *Revista Científica y técnica de Ecología y Medio Ambiente*. Ecosistemas 13 (2): 90-97. En sitio web: <http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/149.pdf>. Revisado (24/04/2010)

CARY SIVILA R. y ANGULO W., 2006. Efecto del descanso agrícola sobre la microbiota del suelo (Patarani - Altiplano Central boliviano). En sitio web: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1605-25282006001200008&script=sci_arttext. Revisado (24/04/2010)

CASTILLO ENRIQUE, 2004. Evaluación de los niveles de desarrollo sostenible en espacios territoriales (granjas de producción sostenible) en provincias centrales. En sitio web: <http://www.usma.ac.pa/web/DI/images/IPC%20No.%202/P.10-18%20Castillo.pdf>. Revisado (30/01/2009)

Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS), 2008. Alianza Quinoa - Bolivia. Sitio web: <http://www.cpts.org/pdf/AlianzaQuinoaDescrip.pdf>. Revisado (27/04/2010)

FUNDACIÓN AUTAPO – Programa Quinoa Altiplano Sur, 2008. Informe: Fertilidad, uso y manejo de suelos en la zona del Intersalar, departamentos de: Oruro y Potosí. Oruro - Bolivia. Pág. 5 - 28, 40 – 58, 98

GUZMÁN GLORIA, GONZÁLEZ MOLINA M., SEVILLA GUZMÁN E., 2000. Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Mundi-Prensa. Madrid. Pág. 115 - 147

INFOQUINUA, 2008 - 2009. Quinoa Real. <http://www.infoquinua.bo/quinuareal.php>

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR (IBTEN), 2009. Mapa preliminar de erosión de suelos. Sitio web: <http://arcal.unsl.edu.ar/documentos/RLA5051-bolivia.pdf>. Revisado (28/05/2010)

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DE BOLIVIA (INE), 2009. Estadísticas Nacionales, censo 2001. En sitio web: http://www.ine.gov.bo/html/visualizadorHtml.aspx?ah=Acerca_del_INE.htm. Revisado (30/05/2009)

PUSCHIASI ORNELLA, 2009. La fertilidad: un recurso "cuchicheado" Análisis de la valorización del recurso territorial fertilidad por las familias de la zona Intersalar, Bolivia. En sitio web: <http://www.ird.fr/equeco/spip.php?article239>. Revisado (20/01/2010)

The Angiosperm Phylogeny Group (APG), 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. *Ann Missouri Bot Gard*, vol. 85; p. 531–553

IMPORTANCIA DEL HUERTO CASERO EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA. CASO DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE CAMÉNTSÁ DEL VALLE DE SIBUNDOY, COLOMBIA

Importance of the home garden for food security. Case of the Camëntsá indigenous community from Sibundoy Valley, Colombia

Palacios, Vandree¹ y Barrientos, Juan Carlos^{2*}

¹ Estudiante de maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en Desarrollo Empresarial Agropecuario. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia

² Sección Gestión y Desarrollo Rural, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia.

* Autor para correspondencia, e-mail: jcbarrientosf@unal.edu.co

RESUMEN

La comunidad indígena Camëntsá del Valle de Sibundoy, Colombia tiene como actividad económica principal la agricultura. En la finca-hogar de la mayoría de los indígenas está presente el huerto casero o *jajañ*, el cual se caracteriza por albergar una gran cantidad de especies vegetales y animales, alimenticias, forestales, medicinales, etc. En los últimos años se ha visto la transformación y/o transición del huerto casero hacia sistemas agrarios más comerciales, lo que ha repercutido en la seguridad alimentaria de la comunidad. En este sentido, este estudio se propone analizar la importancia del huerto casero en la seguridad alimentaria de los resguardos Tamabioy y San Félix. La información para investigación, cualitativa, no experimental y transversal, se recogió a través de un censo y una encuesta. En el resguardo Tamabioy (55 familias) el 76 % de la población tiene huerto de superficie promedio de 0.5 ha., y en el resguardo San Félix (70 familias) el 84 % tiene huerto casero en su finca hogar con área promedio de 0.47 ha. En los huertos caseros se pueden encontrar alrededor de 70 especies distribuidas entre alimenticias, medicinales, forrajeras, forestales y animales de cría. En el grupo de alimentos hay granos, tubérculos, hortalizas y frutas, lo que garantiza una buena alimentación y nutrición. Las nuevas y crecientes necesidades de la comunidad indígena han favorecido la transición de los sistemas de producción tradicional hacia sistemas más comerciales como maíz en relevo de frijol, ganadería, frutales, frijol limpio y pastos. Con los nuevos sistemas agrarios se tiene mayor liquidez, mayor tamaño de unidad productiva, mayor acceso al mercado; pero también mayor dependencia del dinero disponible y del acceso al mercado para conseguir alimentos. Ahí radica la importancia del huerto casero en la seguridad alimentaria.

Palabras clave: Tamabioy, San Félix, sistemas de producción, alimentos, especies, *jajañ*.

ABSTRACT

The indigenous community Camëntsá from Sibundoy Valley, Colombia has as main economic activity the agriculture. On the farm-home of the most of the Indigenous is present the home garden or *jajañ*, which is characterized by a large number of plants and animals, alimentary, forestry, medicine, etc. In recent years took place a transformation and/or transition of the home garden to more commercial farming systems, which has affected the food security of the community. In this sense, this study aims to analyze the importance of home garden for food security of communities Tamabioy and San Felix. The information for research (qualitative, non-experimental and cross) was collected through a census and a survey. In Tamabioy (55 families) 76% of the population has a home garden with an average size of 0.5 ha. And in San Félix (70 families) 84% have a home garden on his farm-home with an average area of 0.47 has. In home gardens can be found about 70 species distributed in food, medicine, fodder, forestry and livestock. In the food group there are grains, tubers, vegetables and fruits, that ensuring a good diet and nutrition. The new and growing needs of the indigenous community have encouraged the transition from traditional production systems to commercial systems such as maize in relief of beans, livestock, fruits, beans and pastures. With the new farming systems you have higher liquidity,

larger production unit, increased market access, but also more dependent on money available and market access for food. Therein lays the importance of home garden for food security.

Keywords: Tamabioy, San Felix, production systems, food, spices, jajañ.

INTRODUCCION

Actualmente se conoce como seguridad alimentaria y nutricional a la satisfacción física, económica y social de alimentos a la cual se encuentra la humanidad en derecho de gozar plenamente, tanto en calidad como en cantidad para el consumo y utilización biológica con el propósito de garantizar su bienestar y consecuente desarrollo (PESA y FAO, sin fecha). Según la FAO (2010) esta satisfacción que se debe dar a nivel de individuo, hogar, nación y global requiere que los alimentos sean seguros en términos de inocuidad, y que sean nutritivos. Adicionalmente, otro de los derechos que garantiza la seguridad alimentaria y nutricional es la libertad de escogencia de los alimentos de acuerdo a las preferencias y gustos de los individuos y grupos sociales o culturas., es

Para el año 2001 en Colombia, la población rural, caracterizada por el predominio de campesinos, indígenas y afro descendientes, obtuvo ingresos por debajo del salario mínimo legal (Forero, 2001). Según el DNP (2006) el ingreso medio rural para el año 2005 fue de \$ 161.000 (aproximadamente 70 dólares americanos). Estas cifras revelan la vulnerabilidad de las familias rurales frente a la seguridad alimentaria y nutricional, puesto que, como lo afirma Forero (2001), el salario mínimo no es suficiente para adquirir una canasta completa de alimentos.

Una parte importante de la sociedad rural, por su valor social, étnico y cultural, son las comunidades indígenas. La Comunidad indígena Camëntsá del Valle de Sibundoy, Putumayo, ubicada en la parte sur occidental de Colombia, goza de una cultura propia rica en lengua, vestido, gastronomía, folclor y agricultura. La forma tradicional de cultivo en jajañ, palabra con la que se nombra en lengua Camëntsá el sistema agroforestal de huerto casero, es una fuente primordial de sustento del resguardo indígena, ya que genera ingresos, alimentos, medicinas, combustible, materias primas para la artesanía, etc. Sin embargo, la seguridad alimentaria de la que gozan las familias indígenas podría verse afectada puesto que el huerto casero tiende a reducirse y potencialmente a desaparecer transformándose en otros sistemas productivos agrarios.

La fase de transformación de huerto casero a sistemas agrarios de una o pocas especies incluye combinaciones de huerto casero o jajañ y sistemas comerciales como maíz-fríjol, pastos, frutales y fríjol y/o ganadería. Los

sistemas preponderantemente comerciales como son la ganadería y el cultivo de maíz en relevo de fríjol (M=F), han ingresado a los resguardos indígenas como respuestas inmediatas al aumento de las necesidades de sus habitantes y a la aparente reducida liquidez que genera el huerto casero. Tomando en cuenta la fuerte relación que

tiene el huerto casero con la seguridad alimentaria interior de la comunidad indígena Camëntsá y el proceso de transformación que actualmente experimenta, se ha propuesto como objetivo del presente trabajo: Analizar la importancia del huerto casero en la seguridad alimentaria de la comunidad indígena Camëntsá del Valle de Sibundoy, Colombia.

MÉTODO

Este estudio se llevó a cabo en el resguardo Tamabioy y en el resguardo San Félix del municipio Sibundoy, departamento Putumayo, Colombia. Esta zona se encuentra ubicada en el sur occidente colombiano en un punto de transición entre los andes y la selva amazónica.

El enfoque de la presente investigación es cualitativo, no experimental y transversal, que tomó como fuentes de información primaria a las familias indígenas de los dos resguardos, y secundaria a la literatura relacionada con el tema. La información fue cualitativa y cuantitativa. La unidad de análisis fue el sistema de cultivo tradicional en huerto casero. Los instrumentos utilizados para la recolección de la información fueron la revisión de literatura, la entrevista a productores y la observación directa de los hogares (unidades productivas) visitados.

Inicialmente se realizó, en febrero 2011, un censo poblacional con el fin de determinar el número de familias en los resguardos de estudio, el tamaño de las fincas hogar, los sistemas productivos existentes en cada finca hogar y la actividad económica primordial y secundarias de la familia. Se encontraron en total 55 familias en el resguardo Tamabioy y 70 en el resguardo San Félix. De esta población se tomó una muestra de 15 familias en el resguardo Tamabioy y 20 en el resguardo San Félix para recoger información primaria a cerca de los sistemas de producción. El mes de abril 2011 se realizó una encuesta por medio de un formulario estructurado con preguntas principalmente cerradas. El trabajo de campo proveyó principalmente de la siguiente información: tamaño del huerto y finca, especies que se

manejan en el huerto casero, destino de la producción, costos, y mano de obra. Mediante la observación directa en campo se corroboró la información suministrada por los encuestados y se recogió algunas imágenes de los huertos caseros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a Montagnini et al (1992), los huertos caseros son sistemas agroforestales muy antiguos, desarrollados por culturas aborígenes. Su característica principal es que presenta varios estratos constituidos por cultivos, arbustos, árboles, enredaderas, plantas rastreras y animales. Las plantas se encuentran distribuidas sin ningún orden aparente pues no se presentan hileras, bloques o parcelas definidas. Todos estos atributos se encuentran presentes en el huerto casero o jajañ de la comunidad Camëntsá, que aferrada a su cultura mantiene presente dentro de su forma de vivir y de ver el universo, su relación con la naturaleza expresada en el jajañ.

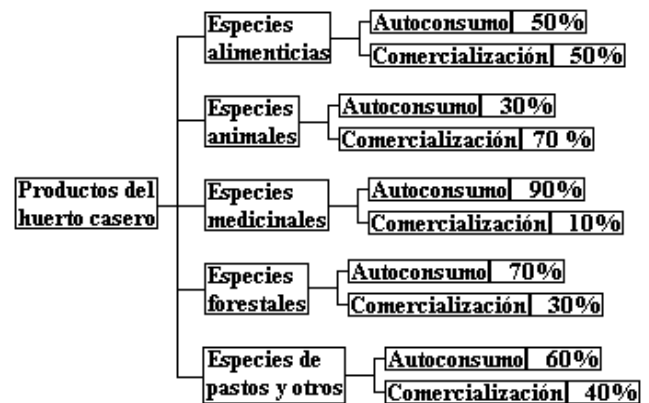
Características del huerto casero

De acuerdo a la literatura (Gujral, 1991 en Ospina, 2006), el huerto casero es fuente principal, por ejemplo en Bangladesh, de leña, forraje y madera, pero además provee de frutas, hortalizas, hierbas medicinales y condimentos. Acosta (1991 en Ospina, 2006), en un estudio de huertos caseros que realizó en el Guaviare, Colombia, encontró 25 especies alimenticias, 17 medicinales, 8 ornamentales, 29 frutales, 33 maderables y de usos variados, y 2 especies animales. Estos son ejemplos de la característica principal de los huertos caseros: la diversidad de especies que albergan. Por su parte, Márquez (2000) caracteriza a este tipo de sistemas como subsistencia por el bajo grado de comercialización, que se limita al intercambio entre vecinos o mercados locales; la producción que se orienta en dos direcciones: para alimento humano y para alimento de animales; y las técnicas de producción empleadas son rudimentarias. Respecto del tamaño, Ospina (1995) manifiesta que las pequeñas áreas que ocupa el huerto no supera la hectárea, sin embargo, predomina la diversidad de especies de usos variados y el sistema de producción agroforestal.

Confirmando lo que menciona la literatura, las fincas de los resguardos son en general pequeñas; en Tamabioy, donde el 76% de las familias tienen jajañ, miden en promedio 1,62 hectáreas, y en San Félix, donde el 84%

de las familias tiene jajañ, miden 0,87 hectáreas. De la misma manera, los huertos caseros son relativamente reducidos, en el resguardo Tamabioy miden en promedio 0,53 hectáreas y en San Félix 0,49. La característica general del huerto casero Camëntsá se fundamenta en la producción diversa de especies alimenticias vegetales y animales, especies medicinales, especies forestales y especies forrajeras (Cuadro 1). El destino de la producción en su mayoría es de autoconsumo (aprox. 60%) y el restante se comercializa (aprox. 40%) (Figura 1), por lo tanto se lo puede clasificar como un sistema de subsistencia. Los alimentos aportan a la dieta familiar Camëntsá y también se destinan para alimentar a las especies animales; los árboles tienen variados fines como la construcción, la artesanía, el mantenimiento de las cercas de la finca hogar, y también sirven de cercas vivas y de tutores de ciertas especies de enredaderas trepadoras. Las especies medicinales se destinan principalmente como medicamentos, condimentos y para uso en rituales. Los excedentes son comercializados a nivel regional (dentro del Valle de Sibundoy) y local (dentro del resguardo); y en muchos casos el intercambio comercial es por medio de trueque de bienes y/o de servicios.

Figura 1. Destino de los productos del huerto casero



Fuente: Elaborado con base en los datos de la encuesta, 2011.

El huerto casero y la oferta alimenticia

Ospina (2006) afirma que los huertos caseros: "...satisfacen gran parte de los requerimientos calóricos y nutricionales de la dieta familiar...". En este sentido vemos que la amplia gama de alimentos que se cultivan en el huerto casero brindan a la familia indígena y a la comunidad en general una estabilidad en el acceso físico a los alimentos, fuentes importantes de proteínas, carbohidratos, vitaminas y grasas esenciales en la dieta del indígena. Estas fuentes provienen de especies vegetales

y animales. Además los excedentes de producción general que son comercializados e intercambiados generan el acceso económico a los alimentos que no se producen en el jajañ. La conservación del jajañ como sistema productivo ha incidido directamente en el bienestar y desarrollo de la comunidad Camëntsá. La agrobiodiversidad de los huertos caseros ha permitido que

Cuadro 1. Especies presentes en los huertos caseros de los resguardos Tamabioy y San Félix

la comunidad Camëntsá goce de buena nutrición y de buena salud.

Las familias de especies vegetales alimenticias más representativas por su presencia generalizada en los huertos caseros son: poaceae (maíz, caña), cucurbitaceae (sidra, calabaza), fabaceae (fríjol, frijol tranca), araceae (tumaqueño, barbacoano), rosaceae (durazno, reina

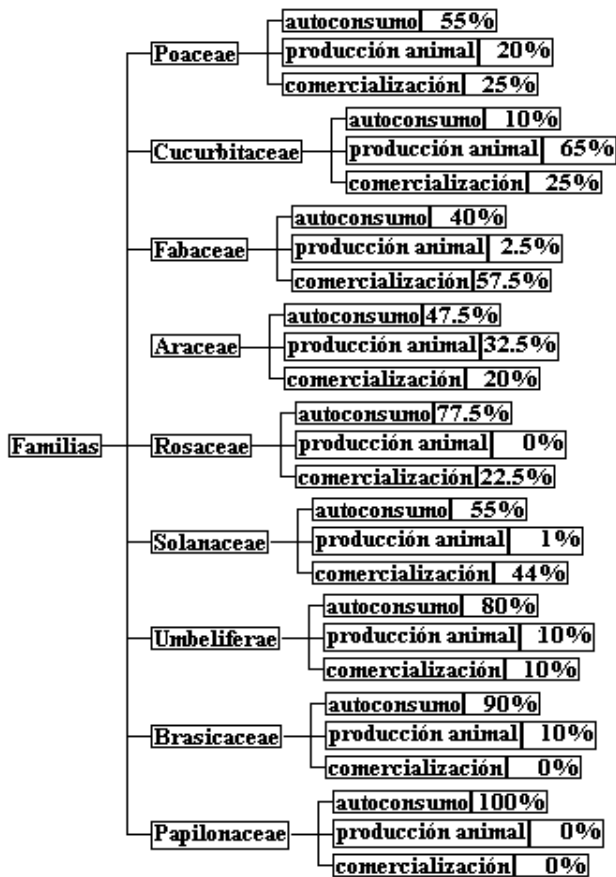
Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
ESPECIES ALIMENTICIAS		ESPECIES MEDICINALES	
Granos			
1. Maíz	<i>Zea maíz</i>		
2. Fríjol	<i>Phaseolus vulgaris</i>		
3. Fríjol tranca	<i>Phaseolus coccineus</i>		
Tubérculos			
4. Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	1. Menta	<i>Menta viridis</i>
5. Tumaqueño	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	2. Paico	<i>Chenopodium ambrosioides</i>
6. Barbacoano	<i>Colocasia and xanthosoma sp.</i>	3. Cuyanguilla	<i>Peperonia galioides</i>
7. Arracacha	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	4. Chonduro	<i>Cyperus sp.</i>
Verduras, condimentos y gramíneas		5. Descansel	<i>Alternanthera sp.</i>
8. Sidra	<i>Sechium edule</i>	6. Limoncillo	<i>Cymbopogon citratus</i>
9. Calabaza	<i>Cucurbita ficiola</i>	7. Borrachero	<i>Datura candida sp.</i>
10. Col	<i>Brasica oleraceae</i>	8. Ruda	<i>Ruta graveolens</i>
11. Haba	<i>Vicia faba</i>	9. Yagé	<i>Banisteriopsis caapi</i>
12. Ají	<i>Capsicum annum</i>	10. Tabaco	<i>Nicotina tabacum</i>
13. Caña	<i>Saccharum officinarum</i>	11. Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>
Frutas		12. Árnica	<i>Arnica montana</i>
14. Chilacuán	<i>Carica chilacuan</i>	13. Toronjil	<i>Folium melissae</i>
15. Durazno	<i>Prunus pérsica</i>	14. Valeriana	<i>Valeriana officinalis</i>
16. Mora de castilla	<i>Rubus glaucus</i>	15. Sábila	<i>Aloe vera</i>
17. Granadilla	<i>Passiflora ligularis</i>	16. Menta	<i>Menta arvensis</i>
18. Fresa	<i>Fragaria vesca</i>	17. Orégano	<i>Origanum vulgare</i>
19. Uvilla	<i>Physalis peruviana</i>	18. Ajenjo	<i>Artemisia absinthium</i>
20. Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>	19. Altamisa	<i>Artemisia vulgaris</i>
21. Lulo	<i>Solanum quitoense</i>	20. Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>
22. Aguacate	<i>Persea americana</i>	21. Ortiga	<i>Urtica dioica</i>
23. Reina Claudia	<i>Prunus domestica</i>	22. Sauco	<i>Sambucus nigra</i>
24. Motilón	<i>Hyeronyma colombiana</i>	23. Cedrón	<i>Lippia citrodora</i>
25. Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	24. Manzanilla	<i>Chamaemelum nobile</i>
ESPECIES ANIMALES		ESPECIES FORESTALES	
1. Cerdo	<i>Sus scrofa domestica</i>	1. Eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i>
2. Cuy	<i>Cavia porcellus</i>	2. Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>
3. Gallina	<i>Gallus gallus</i>	3. Urapán	<i>Fraxinus chinensis</i>
4. Pato	<i>Anas platyrhynchos</i>	4. Aliso	<i>Alnus jorullensis</i>
5. Conejo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	5. Acacia	<i>Acacia melanoxydon</i>
ESPECIES FORRAJERAS Y OTROS		6. Pino	<i>Pinus patula</i>
1. Pasto imperial	<i>Axonopus scoparius</i>	7. Cedro nogal	<i>Cedrela montana</i>
2. Pasto puntero	<i>Hyparrhenia rufa</i>	8. Quinde chupa	
3. Pasto elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	9. Capulí	<i>Prunus capulí</i>
4. Kingrass	<i>Pennisetum hybridum</i>	10. Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>
5. Botón de oro		11. Ciprés	<i>Cupressus sempervirens</i>
6. Juco	<i>Arundo donax</i>	12. Laurel	<i>Myrica pubescens</i>

7. Achira	<i>Canna.sp.</i>	13. Palmito	<i>Rumex obtusifolius</i>
-----------	------------------	-------------	---------------------------

claudia, fresa, mora de castilla), solanaceae (papa, tomate de árbol, lulo, ají), umbeliferae (arracacha), brasicaceae

(col) y papilionaceae (haba) (Figura 2). En cuanto a las especies animales predominantes en los huertos caseros están puercos, cuyes y gallinas.

Figura 2. Destino de la producción de las familias de especies vegetales alimenticias de los huertos caseros.



Fuente: Elaborado con base en los datos de la encuesta, 2011.

En el huerto casero algunas de las especies vegetales son utilizadas para la alimentación animal, predominan especies de pastos de corte como: *Axonopus scoparius*, *Hyperthelia rufa* y *Pennisetum purpureum* mayormente usados para alimentación de ganado vacuno. Para la alimentación de cuyes se usan aparte de estos pastos la

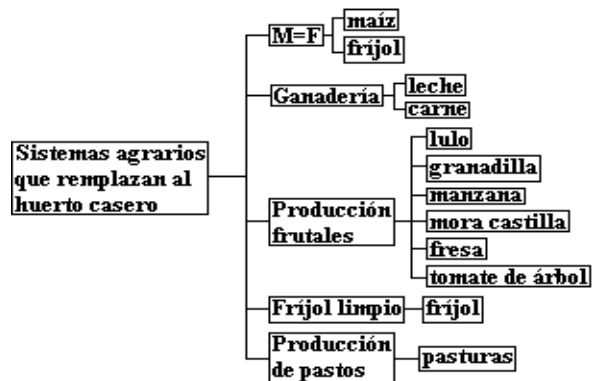
hoja de maíz, para la alimentación de cerdos las especies más utilizadas son: *Sechium edule*, *Xanthosoma safittifolium*, *Saccharum officinarum*, *Cucurbita ficifolia* y *Zea maíz*.

La amplia gama de especies alimenticias tanto vegetales como animales, el alto grado de autoconsumo de las mismas (62 %) y destinadas a la producción animal (15 %) dentro de la finca hogar, frente a la baja comercialización (23 %) permite que se puedan satisfacer físicamente las necesidades alimenticias de la familia Caméntsá, además del balance entre granos, verduras, tubérculos, frutas y carnes generan una seguridad alimentaria que en términos de la FAO (2010) debe tener en cuenta aparte de las calorías consumidas, equilibrio nutricional adecuado (proteínas, aminoácidos esenciales, minerales, etc.). Es evidente que los excedentes de producción que se comercializan generan el acceso económico de alimentos que no se producen en el jajañ.

Transformación del huerto casero

El huerto casero se encuentra en un proceso de transformación hacia otros sistemas agrarios productivos como son: el cultivo de maíz en relevo de frijón (M=F), la producción ganadera, la producción de frutales, la producción de frijón limpio y la producción de pastos (Figura 3). Estos nuevos sistemas se caracterizan por concentrarse en una o pocas especies y ser de carácter principalmente comercial. El estado de transformación se manifiesta en la aparición de los sistemas mencionados anteriormente y en sistemas de transición, que actualmente son la mayoría, como son la combinación del huerto casero con maíz en relevo de frijón, ganadería, frutales, frijón limpio y pastos.

Figura 3. Productos de los diferentes sistemas de producción que remplazan al huerto casero



Fuente: Elaborado con base en los datos de la encuesta, 2011.

En ese proceso de transformación del jajañ entran factores económicos y culturales a jugar un papel determinante. Se ha generado en la comunidad Camëntsá nuevas necesidades traducidas en la demanda de nuevos productos alimenticios, las nuevas costumbres de vestido, la globalización tecnológica, especialmente las comunicaciones, la demanda de educación básica y profesional, etc.. Rivera (1985) en Forero (2002) define al campesino, siendo posible incluir al indígena en esta conceptualización, como un sujeto social que es parte de una sociedad global y que por tanto se mueve dentro de sus parámetros sociales, económicos y políticos de una localidad, región y país. La importancia de los nuevos sistemas agrarios radica en la generación de mayores ingresos económicos que le otorgan liquidez al productor, una mayor vinculación con el mercado y con un crecimiento físico de la finca-hogar. Este último aspecto se puede ver en el tamaño promedio de las unidades productivas mayor a las del huerto casero, por ejemplo, el sistema maíz en relevo de fríjol tiene una superficie promedio en el resguardo Tamabioy de 0,65 hectáreas y en el resguardo San Felix de 0,54 hectáreas; el sistema ganadería tiene en promedio 1,72 y 1,34 hectáreas respectivamente.

La transformación y cambio total del huerto casero tiene implica cambios culturales fuertes al interior de la comunidad indígena, que incluyen cambios en las relaciones y actividades económicas, en las relaciones sociales, en el uso y conservación de la lengua y principalmente en la alimentación. De acuerdo con Ospina (2006), la función principal del huerto casero es la producción diversificada de alimentos que en su mayoría se destinan para el autoconsumo y donde los excedentes se comercializan. Los nuevos sistemas de producción agraria implican dependencia del mercado y de la disponibilidad de dinero para la provisión de alimentos.

CONCLUSIONES

- La mayoría de las familias de los dos resguardos indígenas tienen huerto casero, pero también la mayoría de ellos están en proceso de transformación hacia sistemas agrarios más comerciales como maíz en relevo de fríjol (M=F), ganadería, frutales, fríjol limpio y la producción de pastos.
- A pesar del reducido tamaño del huerto casero, aproximadamente 0,5 hectáreas, en él se encuentran alrededor de 70 especies entre alimenticias, medicinales, forestales, forrajeras y animales de cría.

- La producción del huerto casero se destina en su mayoría para autoconsumo, los excedentes se llevan al mercado local y/o regional.
- La variedad de especies alimenticias que ofrece el huerto casero cubren satisfactoriamente las necesidades de proteínas, carbohidratos, aminoácidos esenciales, minerales, etc., es decir, garantiza alimentación y nutrición. De aquí se deriva la gran importancia del huerto casero en la seguridad alimentaria de la comunidad indígena bajo estudio.
- La transformación y/o pérdida del huerto casero refleja la transformación de las actividades sociales y económicas de la comunidad indígena. Hay más liquidez en la familia, lo que le permite acceder a nuevos productos, incluyendo alimenticios; y hay también un mayor vínculo con el mercado.
- La transformación del huerto casero y/o transición hacia sistemas más comerciales, va en detrimento de la seguridad alimentaria de la comunidad indígena, pues crea dependencia del mercado y de la disponibilidad de dinero para poder alimentarse y nutrirse

BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA, M. 1991. Diagnóstico general del sistema finca en la vega del río Guaviare con énfasis en los sistemas agroforestales. Tesis de Ingeniería. Bogotá: Universidad Francisco José de Caldas. Facultad de Ingeniería. Centro de Recursos Terrestres y Forestales. 126p. En: OSPINA, A. 2006. Agroforestería. Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Cali, Colombia: ACASOC. 209p.
- DNP. 2006. Estimaciones pobreza e indigencia en Colombia 2005 III trimestre. Colombia: DNP. 31p. www.presidencia.gov.co/sne/.../presentacióncifraspobreza2005.pdf
- FAO. 2010. Políticas de Seguridad e Inocuidad Alimentaria en América Latina y el Caribe. Chile: FAO. 48p.
- FORERO, J. 2001. La economía campesina colombiana 1990 – 2001: Cuadernos de Tierra y Justicia 2. 32 p.
- FORERO, J. 2002. Sistemas de producción rurales en la región andina colombiana. Análisis de su viabilidad económica, ambiental y cultural. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. 234p.
- GUJRAL, R. 1991. Types of agroforestry systems in Asia-Pacific region. En: OSPINA, R. 2006. Agroforestería. Aportes conceptuales, metodológicos y

prácticos para el estudio agroforestal. Cali, Colombia: ACASOC. 209p.

MÁRQUEZ, D. 2000. Los sistemas agrarios. España: Síntesis S. A. 156p.

MONTAGNINI, F., et al. 1992. Sistemas agroforestales. Principios y aplicación en los trópicos. Costa Rica: Organización para estudios tropicales. 202p.

OSPINA, A. 2006. Agroforestería. Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agro forestal. Cali, Colombia: ACASOC. 209p.

OSPINA, A. 1995. Características agroforestales de los huertos familiares. Documento interno. Cali, Colombia: Fundación Ecovivero. 29p.

PESA – FAO. Sin fecha. Seguridad Alimentaria y Nutricional. Conceptos Básicos. 8 p.
www.pesacentroamerica.org/conceptos%20pdf.pdf