

DESHIDRATAACION DEL *Bactris gasipaes* Kunth (PIJUAYO) POR FLUJO DE AIRE CALIENTE Y SU EMPLEO COMO SUSTITUTO DEL MAIZ EN RACIONES PARA POLLOS PARRILLEROS

Littman Gonzales Ríos

Doctor por la Universidad de La Laguna. Profesor Principal de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.

lgonzalesr20@unionvida.com

Darwin Navarro Torres

Profesor Principal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú

River Vasquez Saldaña

Trabajo de Fin de Carrera. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú

RESUMEN

En el presente trabajo, se ha optimizado los parámetros de deshidratación del *Bactris gasipaes* Kunth (pijuayo) para su conversión en harina y su empleo como sustituto del maíz en dietas para pollos parrilleros.

El secado óptimo del pijuayo se realizó a 60°C empleando un secador de bandejas con una velocidad del aire de 7.62 m/s y espesor de las rodajas en torno a 0.3 cm. El secado se efectuó durante 5 h. La humedad de la harina de pijuayo obtenida tras la aplicación de estos parámetros estuvo en el orden del 10%. A esta humedad la harina de pijuayo, mantuvo sus características organolépticas en perfectas condiciones durante más de 6 meses.

El nivel de carbono, proteína y grasa estuvieron en el orden de 74, 3.8 y 11% respectivamente, indicándonos que se trata de un alimento altamente calórico.

Su empleo en dietas para pollos, en sustitución del maíz, mostró resultados óptimos hasta con un 25% de sustitución. La ganancia de peso decreció en forma inversa al nivel de sustitución del maíz.

Una simple observación mostró que cuanto mayor cantidad de harina de pijuayo existía en la ración, se producía mayor apelmazamiento en el paladar de los pollos y por ende mayor sufrimiento al momento de recoger el alimento.

Palabras Claves: Pijuayo; Pollos Parrilleros, *Bactris gasipaes*; Harinas Sucedáneas; Ración para Aves.

1. INTRODUCCION

Las posibilidades de insumos alternativos para la alimentación de aves es materia de investigación, porque el desarrollo de la avicultura en muchas regiones del mundo está condicionado por la disponibilidad de alimentos producidos localmente, los alimentos alternativos más utilizables provienen de 4 orígenes: a) diversos granos y sus subproductos, b) harinas de varias semillas oleaginosas, c) subproductos del beneficio o matadero de animales, d) subproductos de fermentación industrial.

Constituyen algunas fuentes alternativas de alimentos para la avicultura: arroz, polvillo de arroz, mijo, cebada, harina de yuca, harina de camote, harina de taro, harina de plátano, árbol del pan, dátiles, semillas oleaginosas como; nabo silvestre, mani, girasol, copra, palma, sesamo, caucho, ricino, lino, variedades de frijoles de cocina y silvestres, por otro lado tenemos los follajes, como la harina de alfalfa, harina de hoja de yuca, harina de hoja de camote, harina de jacinto, los micelaneos, como los subproductos de fermentaciones y destilerías, levaduras de *Torula blends* (análogos de harina de pescado, de soya, etc.).

Dentro de la gama de alimentos alternativos para aves, se podría también considerar al pijuayo porque constituye uno de los alimentos tropicales mejor balanceados, presenta una pulpa rica en proteínas, carbohidratos, fósforos, hierro, caroteno, ácido ascórbico y riboflavina, en porcentajes tan significativos que bien podría ser considerado como una fuente de nutrientes importantes.

1.1 Generalidades sobre el pijuayo

El pijuayo es una palmera de la América tropical que fue muy utilizada por algunas culturas indígenas prehispánicas y cuya importancia como fuente alimenticia disminuyó durante la colonia, al igual que muchas otras

especies nativas de América.

Algunas de las principales razones para la disminución en su uso fueron la introducción de nuevos cultivos alimenticios de ciclo corto, la falta de tecnología para procesar la fruta y el palmito, los subsidios de los gobiernos hacia la importación de granos básicos, la falta de hábito de consumo en las nuevas poblaciones y el desarrollo de las áreas con otros cultivos, especialmente con pastizales, los que con el uso extensivo del fuego disminuyeron la presencia del pijuayo en las zonas de dispersión natural. Sin embargo, la especie aún tiene una relativa importancia en algunas tribus nativas de la amazonía y en la dieta de algunas poblaciones de la América tropical.

En la actualidad la aparición de nuevos mercados y nuevas formas de consumo, así como la alta dependencia alimentaria que se ha creado en algunos países de Centro y Sur América, hacen evidente la necesidad de desarrollarse cultivos con especies olvidadas y nativas del continente americano. El pijuayo es una de estas especies, que tiene un alto potencial para la producción de alimentos, madera y fibra, puede cultivarse en sistemas muy compatibles con la ecología de la amazonía.

El pijuayo es conocido con nombres nativos como chontaduro, cachipao, peripao, pupuña macanilla, entre otros. En Costa Rica el nombre más generalizado es el Pejibaye, nombre aceptado e incluido como tal en el Diccionario de la Lengua española (Calzada *et al.*, 1977).

En el aspecto referente a variedades, los agricultores hablan de la variedad rayada, la variedad roja, la variedad amarilla, pero en el sentido estricto del término no son variedades, sino características de algunos de los numerosos tipos de frutos. Además del color, hay marcadas diferencias en características del fruto, como tamaño, forma, fibrosidad, humedad y sabor.

Johannesen, citado por Camacho (1976), recogió datos de producción de una planta-

ción en Costa Rica de 3.8 Ha de extensión, esos datos corresponden a un período de 15 años, durante el período de 1959 a 1963, la producción promedio por Ha por año fue de 10,316 kg de frutos.

Una principal alternativa para el uso del pijuayo, constituye la utilización de sus frutos como ración animal y como alimento humano por poseer alto valor nutritivo y sabor agradable (Clement, 1986). El mismo autor sugiere que podría ser un sustituto en potencia para parte de las proteínas animales consumidas por la población de la Amazonía.

Diferentes autores han realizado deter-

minaciones de la composición química del pijuayo, si bien todas ellas revelan un alto valor nutritivo de esta fruta, existen diferencias en los valores de las determinaciones, debido a la gran diversidad de los frutos analizados (Tabla 1).

El pijuayo es una fuente de provitamina A, conteniendo altos porcentajes de carotenos, los cuales son poco destruidos durante el cocimiento. El color del mesocarpio está directamente relacionado con el contenido de carotenoides e inversamente relacionado con el extracto etéreo (Blanco *et al.*, 1987).

Tabla 1: Rango de medidas del tamaño físico del fruto entero y de los constituyentes químicos de pijuayo, de 18 árboles analizados en base a 100 g de fruto fresco.

Constituyentes y Medidas	Rango		Unidad
	Máximo	Mínimo	
Agua	76.40	40.00	g
Grasa	9.45	1.61	g
Fibra Cruda	1.76	0.93	g
Nitrógeno	0.42	0.22	g
Proteína	2.85	1.37	g
Ceniza	0.82	0.42	g
Caroteno	603	70.00	mg
Niacina	0.19	0.07	mg
Vit C.	2.38	0.10	mg
Diámetro	5.4	3.10	cm
Longitud (L)	5.5	3.10	cm
Long. hasta diámetro más amplio (La)	1.6	0.90	cm
Proporción (La/L)	0.40	0.18	

Fuente : Johannessen, 1967.

1.2 Efectos del secado en el valor nutricional del alimento

La oxidación es la primera causa de pérdida durante el secado. Pérdidas no oxidativas ocurren también bajo ciertas condiciones como el caso de oscurecimiento no

enzimático (Reacción de Mayllard), que reduce el valor de las proteínas de aquellos alimentos que contienen azúcares reductores, tales como glucosa y maltosa.

El tratamiento térmico (blanqueo o escaldado) que se emplea para destruir particularmente oxidasas, es esencial para

deshidratar o congelar, si el color, olor, sabor, textura y contenido de ácido ascórbico quieren ser adecuadamente preservados; su efecto beneficioso o perjudicial sobre los alimentos depende de factores de tiempo, temperatura, humedad y presencia o ausencia de agentes reductores.

La actividad de agua también influye en la de las enzimas hidrolíticas. La velocidad de las reacciones enzimáticas esta limitada por la velocidad a la cual el sustrato se difunde hacia la enzima. El agua sirve como medio para la reacción y como vehículo para el sustrato, pero no es posible la oxidación enzimática u ocurre lentamente, donde el agua esta fuertemente ligada.

Otra consecuencia de la deshidratación es la pérdida en algún grado de la facilidad de rehidratación. Las causas son en partes físicas, debidas al encogimiento y la distorsión de células y capilares, pero también químicas, fisico-químicas en el nivel coloidal. El calor y los efectos de la concentración de sales que resultan de la eliminación de agua pueden desnaturalizar parcialmente las proteínas que despues no podran reabsorber plenamente y ligar agua, lo que contribuye a las alteraciones de textura.

1.3.2 Almacenamiento de productos deshidratados

Los cambios químicos y bioquímicos que tienen lugar durante el almacenamiento son por demás complejos y su evolución es afectada por un gran número de factores, incluyendo el proceso de blanqueado, método de secado, contenido de humedad del producto final, propiedades físicas del alimento, presencia de una cubierta en el material seco y tipo de envase (Harris - Von Loesecke, 1971; Jamieson, 1974). Estos cambios decrecen por almacenamiento a bajo contenido de humedad y a baja temperatura, sin embargo la rancidez se incrementa a bajos contenidos de humedad.

Jamieson (1974) reporta que aún la

papa en polvo que contiene menos del 2% de grasa esta sujeta a la adquisición de sabores indeseables como resultado de la oxidación de lípidos durante su almacenamiento con un bajo contenido de humedad. La oxidación de lípidos incluye reacciones muy rápidas constituyendo a menudo el factor limitante de la conservación de ciertos alimentos deshidratados o de contenido medio de agua. La adición de antioxidantes o elevación del contenido de agua, puede modificar los resultados y hacer que la estabilidad dependa de otras reacciones (Cheftel, 1976).

1.4 El pijuayo en la alimentación de pollos parrilleros

La base de la conducción de una granja avícola, para que sea rentable y/o viable es la alimentación, ya que esto constituye cerca del 70% del costo de producción. Muchas veces el avicultor al finalizar la crianza y vender su producto no logra recuperar su inversión, debido a la alta competencia del libre mercado, baja demanda en la población y a la utilización de recetas foráneas en la formulación de dietas para pollos parrilleros, lo que encarece el alimento debido a que estas formulas no utilizan insumos de la región.

La baja productividad de los suelos de la amazonía en especial de la selva baja han llevado a la importación de productos agrícolas consumidos en la región. Una de las alternativas que se presenta para esta problemática está en la sustitución de determinados ingredientes que son utilizados en las raciones comerciales para animales, por productos regionales disponibles en el mercado, a costo más bajo.

El pijuayo podría constituirse en una materia prima a ser utilizada en las raciones como en sustitución de fuentes tradicionales de carbohidratos, por tener alto valor nutritivo, contenido razonable de proteínas (4.84 %) y grasa (9.11%) (Sotero, 1989).

La elaboración de una dieta comprende la etapa de formulación, que se basa en las

necesidades alimentarias de una determinada especie, y la fabricación, que transforma los ingredientes en un soporte físico susceptible de ser ingerido en cantidades adecuadas por el animal (García, 1987). El valor nutricional del alimento no se basa únicamente en su composición química, sino también en la capacidad fisiológica del animal para digerirlo y absorberlo según sus hábitos alimentarios (Saldaña y López, 1988).

El pijuayo hasta ahora no ha sido utilizado en dietas para aves en la región, según Clement (1987) el principal potencial del pijuayo a corto plazo, está en la preparación de raciones para animales.

Arckoll & Agniar (1984) relatan la presencia de cristales de oxalato de calcio en el mesocarpo pijuayo determinan la existencia de una enzima, que inhibe la digestión de las proteínas, y de un ácido (probablemente oxálico) que irrita la mucosa bucal. Murillo (1983) y Soto (1983) suponen que la presencia de la proteasa pancreática, actúa como inhibidor de esta enzima y podría tener efectos negativos sobre el crecimiento de animales.

Así, Murillo (1983), ha observado señales de malnutrición en ratones alimentados con harina de pijuayo crudo como sustituto del maíz en la dieta. Sin embargo no observó ningún problema cuando los animales fueron alimentados con la misma mezcla previamente autoclavada.

Los factores antinutricionales, están ampliamente distribuidos en la naturaleza sobre todo en una serie de alimentos que se usan para consumo animal o que estos tienen la posibilidad de ingerir. Entre los factores que se presentan con mayor regularidad están los inhibidores enzimáticos; por ejemplo inhibidores de enzimas proteolíticas presentes en la soya, frijol, papa, etc. (National Academy of Science, 1973).

Fonseca (1929) citado por Arckoll & Agniar (1984) reporta la presencia de un alcaloide en el fruto de pijuayo, la pupuñadina, como probable justificativa para que el mis-

mo sea consumido después de cocimiento. Este factor antinutricional contenido en el pijuayo es destruido por tratamiento térmico (Piedrahita y Velez, 1982, Soto, 1983; Loynaz, 1985).

La adecuada respuesta de las aves al suministro de harinas de pijuayo como sustituto del maíz en la ración evidencia la susceptibilidad de los factores antinutricionales presentes en la harina de pijuayo al tratamiento térmico (Cooz, 1984).

Cuando se da un adecuado tratamiento a la harina de pijuayo es posible sustituir parcialmente las fuentes energéticas tradicionales en la dieta sin afectar los rendimientos esperados en las aves (Cooz, 1984).

Para facilitar la difusión del proceso industrial y su uso; en el presente trabajo de investigación se planteó objetivos como la determinación de los parámetros de deshidratación del pijuayo para su conversión en harina y demostrar que puede reemplazar al maíz como alimento alternativo en raciones para pollos parrilleros.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Deshidratación del pijuayo

La deshidratación del pijuayo se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

2.1.1 Materia Prima

Los frutos del pijuayo con el que se efectuó el trabajo experimental procedieron de la carretera Iquitos-Nauta km 45 y del caserío de Barrio Florido (Río Nanay). Se trabajó con diversos ecotipos de pijuayo cuyas características fueron registrados según su peso, tamaño y color de cada uno de ellos.

Las características con respecto al color de los frutos de pijuayo empleados en el experimento fueron los siguientes: Verde con

rojo, amarillo con rayas negras manchados, rojo con rayas negras pequeñas, rojo tomate, rojos punteagudos, naranja amarillento, verde amarillento con rayas pardas, verdes con formas alargadas con combinaciones amarilla y naranja, verde con combinacion naranja en medio del cuerpo, amarillo claro, verde (sin semilla), amarillo intenso, naranja.

Los frutos con estas características son comunmente comerciales y que aún no están definidos como variedades, debido a la existencia de diversidad de ecotipos que existen en la Amazonía.

2.1.2 Obtención de la harina de pijuayo



Figura 2.1 Diagrama de flujo para la obtención de harina de pijuayo

La harina de pijuayo se obtuvo en base al diagrama de flujo mostrado en la Fig. 1. Las operaciones más relevantes fueron los siguientes: tratamiento térmico a 100 °C por 30, 40 y 50 min, a fin facilitar el pelado, elimi-

nar la presencia de antinutrientes; pelado de manera más rápida. Pelado, se efectuó de manera artesanal utilizando, cuchillos de acero inoxidable, y en forma vertical de arriba hacia abajo; cortado, por la mitad y extracción de la semilla, para luego picarlo en pequeñas rodajas de igual tamaño y espesor en forma horizontal o vertical, cuyas medidas para determinar los parametros de tiempo, temperatura y espesor fue de 0.2cm, 0.3cm, 0.4 cm; secado, para eliminar agua de la fruta mediante un horno secador de bandeja, marca Electrozone y usando temperaturas 40, 50 y 60°C; molienda, con mallas de 0.5 mm, para molino eléctrico, y para el molino manual; empacado, en bolsas de polietileno de alta densidad con sellado al vacío; almacenaje, en timbos de 100 kg en ambientes frescos, iluminado y ventilado, conservando de esta manera las características del producto terminado (olor, sabor y color).

2.1.5 Análisis proximal

Realizado sobre la materia prima cruda y deshidratada tras la aplicación de las combinaciones de tiempo y temperatura de secado para observar los efectos de dichos parámetros. Se llevó a cabo siguiendo los métodos oficiales recomendados por la A.O.A.C.

2.2 Harina de pijuayo como sustituto de maíz en raciones para pollos parrilleros

Obtenida la harina de pijuayo por el proceso de deshidratación por flujo de aire caliente. Se procedió a realizar la segunda parte del trabajo el cual consistió en sustituir al maíz por la harina de pijuayo, para la crianza de pollos parrilleros, en niveles proporcionales en sus diferentes etapas llámese inicio, crecimiento y engorde, cada uno con diferentes formulaciones.

2.2.1 Material experimental

2.2.1.1 Del galpón

Se acondicionó un ambiente aislado de la ciudad, con capacidad para la crianza de 100 pollos tomando como base de referencia a 8 pollos/m². El galpón se construyó sobre la base del piso de cemento, con material rústico usando hojas de palmeras para el techo, listones, mallas metálicas y tablas para las divisiones. Se tomó las previsiones del caso para evitar la influencia de factores externos como humedad, frío, calor y presencia de roedores, usando mallas y mantas tanto por fuera y por dentro, cubriendo el techo con mantas de polipropileno. Para efectos del estudio se dividió el galpón en 20 unidades experimentales, conformado por 5 tratamientos y 4 repeticiones. Cada unidad experimental consistía en 5 pollos.

2.2.1.2 De las aves

Las aves de la raza Pravecitas, se adquirieron de la empresa San Fernando (Lima -Peru) en un número de 100 pollos de 1 día de nacido todos machos para tal efecto se controló el peso inicial de los pollitos en el momento de la recepción.

2.2.2 Diseño experimental

Los datos biométricos obtenidos durante el proceso experimental fueron analizados con

un diseño completo al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones que hacen un total de 20 unidades experimentales con 5 pollos cada uno. Los niveles de sustitución del maíz por la harina de pijuayo se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Niveles de sustitución harina de pijuayo.

Item	Tratamiento	Pijuayo vs Maíz	
1	T0	0%	100%
2	T1	25%	75%
3	T2	50%	50%
4	T3	75%	25%
5	T4	100%	0%

2.2 Alimentación

En base al tratamiento control (Tabla 3) se hicieron las sustituciones del maíz con la harina de pijuayo en niveles crecientes de 25, 50, 75 y 100 % para las tres fases convencionales de alimentación en aves de carne: Inicio que comprende del 1er al 15avo día, crecimiento que comprende de 16 al 30avo día y engorde que comprende de 31avo día hasta el expendio con un margen proximal de 45 días. (Tabla 3, 4, 5, 6 y 7).

Los controles de peso y consumo de alimento fueron registrados diariamente.

Tabla 3: Formula de dieta referencial para crianza de pollos parrilleros en sus tres fases (base 100 pollos x 45 días).

Insumos	Inicio (kg)	Crecimiento (kg)	Engorde (kg)	TOTAL (kg)
Maiz molido	38.04	98.10	115.292	251.432
Harina de pescado	3.00	.5	8.2	18.7
Torta de soya	16.2	37.5	32.8	86.5
Molluelo de Trigo	0.6	1.5	1.64	3.74
Carbonato de Calcio	0.72	1.8	2.132	4.652
Fosfato de monocalcio	0.48	1.2	1.312	2.992
Methionina	0.06	0.15	0.164	0.374
Proapak	0.06	0.15	0.164	0.374
Funjiban Vg	0.06	0.15	0.164	0.374
Aflaban	0.18	0.45	0.492	1.122
Zing Bacitracina	0.03	0.075	0.082	0.187
Coxistac	0.03	0.075	0.082	0.187
Sal Comun	0.12	0.3	0.328	0.748
Furazolidona	0.006	0.015	0.0164	0.0374
Sal Mineral	0.06	0.15	0.164	0.374
Bicarbonato de Sodio	0.018	0.045	0.0492	0.1122
Aceite de palma	0.3	0.75	0.82	1.87
Colina 75%	0.036	0.09	0.0984	0.2244
Total	60	150	164	374.00

Tabla 4: Formulación de dietas para crianza de pollos parrilleros en sus tres fases, usando harina de pijuayo (base 100 pollos x 45 días).

Insumos	Inicio (kg)	Crecimiento (kg)	Engorde (kg)	TOTAL (kg)
Maiz molido	19.02	49.05	57.646	125.716
Harina de pijuayo	19.02	49.05	57.646	125.716
Harina de pescado	3.00	7.5	8.2	18.7
Torta de soya	16.2	37.5	32.8	86.5
Molluelo de trigo	0.6	1.5	1.64	3.74
Carbonato de calcio	0.72	1.8	2.132	4.652
Fosfato de monocalcio	0.48	1.2	1.312	2.992
Methionina	0.06	0.15	0.164	0.374
Proapak	0.06	0.15	0.164	0.374
Funjiban Vg	0.06	0.15	0.164	0.374
Aflaban	0.18	0.45	0.492	1.122
Zing Bacitracina	0.03	0.075	0.082	0.187
Coxistac	0.03	0.075	0.082	0.187
Sal Comun	0.12	0.3	0.328	0.748
Furazolidona	0.006	0.015	0.0164	0.0374
Sal Mineral	0.06	0.15	0.164	0.374
Bicarbonato de sodio	0.018	0.045	0.0492	0.1122
Aceite de palma	0.3	0.75	0.82	1.87
Colina 75%	0.036	0.09	0.0984	0.2244
Total	60.00	150.00	164.00	374.00

Tabla 5: Proyecciones de consumo de alimento etapa Inicio (1- 15 días) en crianza de pollos parrilleros con niveles de sustitución de la harina de maíz por harina de pijuayo (base 100 pollos x 15 días).

Insumos	Sustitución	Control	25 %	50%	75%	100%	Total kg.
	Tratamiento	T0 (kg)	T1 (kg)	T2 (kg)	T3 (kg)	T4 (kg)	
Maiz molido		7.608	5.706	3.804	1.902	0.00	19.020
Harina de pijuayo		0.000	1.902	3.804	5.706	7.608	19.020
Harina de pescado		0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.300
Torta de soya		3.240	3.240	3.240	3.240	3.240	16.200
Molluelo de trigo		0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.600
Carbonato de calcio		0.144	0.144	0.144	0.144	0.144	0.720
Fosfato de monodicalcio		0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.480
Methionina		0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.060
Proapak		0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.060
Funjiban Vg		0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.060
Aflaban		0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.180
Zing bacitracina		0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.030
Coxistac		0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.030
Sal comun		0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.120
Furazolidona		0.001	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.006
Sal Mineral		0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.060
Bicarbonato de sodio		0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.020
Aceite de palma		0.060	0.06	0.060	0.060	0.060	0.300
Colina 75%		0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.036
Total		12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	60.000

Tabla 6: Proyecciones de consumo de alimento etapa crecimiento (16- 30 días) en crianza de pollos parrilleros con niveles de sustitución de la harina de maíz por harina de pijuayo (base 100 pollos x 15 días).

Insumos	Sustitución	Control	25 %	50%	75%	100%	Total kg.
	Tratamiento	T0 (kg)	T1 (kg)	T2 (kg)	T3 (kg)	T4 (kg)	
Maiz molido		19.620	14.720	9.810	4.905	0.000	49.050
Harina de pijuayo		0.000	4.905	9.810	14.720	19.620	49.050
Harina de pescado		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	7.500
Torta de soya		7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	37.500
Molluelo de trigo		0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	1.500
Carbonato de calcio		0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	1.800
Fosfato de monodicalcio		0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	1.200
Methionina		0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.150
Proapak		0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.150
Funjiban Vg		0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.150
Aflaban		0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.450
Zing bacitracina		0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.075
Coxistac		0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.075
Sal comun		0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.300
Furazolidona		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.015
Sal mineral		0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.150
Bicarbonato de sodio		0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.045
Aceite de palma		0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.750
Colina 75%		0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.090
Total		30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	150.00

Tabla 7: Proyecciones de consumo de alimento etapa Engorde (30-45 días) en crianza de pollos parrilleros con niveles de sustitución de harina de maíz por harina de pijuayo (base 100 pollos x 15 días).

Sustitución		Control	25 %	50%	75%	100%	
Insumos	Tratamiento	T0 (kg)	T1 (kg)	T2 (kg)	T3 (kg)	T4 (kg)	Total kg
Maiz molido		23.058	17.294	11.530	5.7646	0.000	57.646
Harina de pijuayo		0.000	5.7646	11.530	17.294	23.058	57.646
Harina de pescado		1.640	1.640	1.640	1.640	1.640	8.200
Torta de soya		6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	32.800
Molluelo de trigo		0.328	0.328	0.328	0.328	0.328	1.640
Carbonato de calcio		0.4264	0.4264	0.4264	0.4264	0.4264	2.132
Fosfato de monocalcio		0.2624	0.2624	0.2624	0.2624	0.2624	1.312
Methionina		0.0328	0.0328	0.0328	0.0328	0.0328	0.164
Proapak		0.0328	0.0328	0.0328	0.0328	0.0328	0.164
Funjiban Vg		0.0328	0.0328	0.0328	0.0328	0.0328	0.164
Aflaban		0.0984	0.0984	0.0984	0.0984	0.0984	0.492
Zing bacitracina		0.0164	0.0164	0.0164	0.0164	0.0164	0.082
Coxistac		0.0164	0.0164	0.0164	0.0164	0.0164	0.082
Sal comun		0.0656	0.0656	0.0656	0.0656	0.0656	0.082
Furazolidona		0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.328
Sal mineral		0.0328	0.0328	0.0328	0.0328	0.0328	0.017
Bicarbonato de sodio		0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.164
Aceite de palma		0.164	0.164	0.1640	0.1640	0.1640	0.049
Colina 75%		0.0197	0.0197	0.0197	0.0197	0.0197	0.820
Total		32.800	32.800	32.800	32.800	32.800	164.000

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Materia Prima.

Los frutos del pijuayo (*Bactris gasipaes Kunth.*), con el que se trabajó se adquirió en el mercado de abastos de Belén y en el puerto de Bellavista Nanay los mismos que

proceden de la Carretera Iquitos – Nauta Km 45 y del caserío de Barrio Florido respectivamente. Los frutos adquiridos presentaron diversas características las mismas que fueron registradas por su peso, dimensiones, color y el grado de aceitosidad al tacto. Tal como sostiene Camacho (1976), no se pueden hablar de variedades en el sentido estricto del término, sino características de

algunos de los numerosos tipos de frutos que existen.

Se realizaron siete adquisiciones de pijuayo haciendo un total de 503.13 kg de fruta entera.

Por lo demostrado en la Tabla 2 se puede decir que la característica E “rojo tomate”; se adquirió y se procesó en mayor cantidad con 128.06 kg que representa el 25.45 % de lo adquirido.

Después de controlar los pesos de cada uno de los ecotipos, los frutos de los pijuayos fueron agrupados y sometidos a lavado en chorro de agua, para eliminar las impurezas adheridas a la superficie, así como la carga microbiana que puede estar presente en la cáscara y el cáliz.

3.2 Obtención de la harina de pijuayo

3.2.1 Tratamiento térmico

El tratamiento térmico se realizó a 100 °C durante 40 min. Con estas condiciones se facilitó el pelado manual y se mejoró las características organolépticas de la pulpa.

Cuando el tratamiento térmico se realizó durante 30 min, se obtuvo una pulpa con aspecto a cruda y se dificultaba el pelado manual por otra parte cuando el tratamiento

térmico fue de 50 min se obtuvo una pulpa que absorbía abundante humedad.

El tratamiento térmico se realizó con la finalidad de resaltar y fijar el color de la pulpa, mejorar las características organolépticas, facilitar el pelado, inactivar enzimas y eliminar factores antinutricionales, como los inhibidores de enzimas proteolíticas (Arckoll & Agniar, 1984; Murillo, 1983; National Academy Of Science, 1973).

3.2.2 Pelado

Una vez realizado el tratamiento térmico se procedió al pelado. Esta operación se realizó en forma manual empleando cuchillos de acero inoxidable. Se optó el pelado manual, por la facilidad de eliminar la cáscara que además no daña la pulpa.

El rendimiento de producto final por este método fue de 29.31 %, eliminándose como cáscara 29.98%.

El pelado mecánico no es recomendable debido a las pérdidas de pulpa, además los frutos son partidos debido a la fuerza de impactos sobre las paredes de la peladora, el fruto es fuertemente erosionado, pierde constituyentes y gana agua, lo que determina a éste método como inconveniente (Benavides, 1987).

Tabla 2: Descripción cuantitativa del pijuayo por características según número de producciones.

N° de Producciones	Características del pijuayo (kg)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	LL
01	4.40	2.00	2.60	6.00	2.00	7.00	5.80						
02	0.60		3.80		3.60	1.70	2.80	1.08	1.86	1.12	8.44	4.80	
03	3.20				20.55	5.45	22.70		4.90	8.20		6.95	
04	9.85	6.20	9.30		39.55	5.30	5.20		19.15			12.45	8.35
05		1.80			12.70	4.75	4.05	13.80	5.88		1.60	1.85	7.90
06	7.15				8.05	1.95			5.80	2.65	11.00	5.90	
07					41.61		2.60		13.25	1.90	9.75	58.94	
TOTAL	25.20	10.00	15.70	6.00	128.06	26.15	43.15	14.88	50.84	13.87	30.79	90.89	16.25

Leyenda : A, amarillo con rayas negras; B, verde; C, verde con naranja y rojo amarillo en la mitad; D, rojo amarillento con punta verde y base verde; E, rojo tomate, F, rojo oscuro partido tipo pomarrosa, G, naranja con rojo y amarillo con rayas negras punteagudas; H, rojo punteagudo; I, verde amarillento a rayas; J, verdes largos con naranja amarillento; K, verde con naranja amarillento base verde con rayas; L, amarillo; LL, naranja; M, rojo con puntas verdes.

3.2.2 Cortado

Después del pelado del fruto, se procedió al cortado. Esta operación se realizó con una cortadora de embutidos calibrada para dar rodajas de 0.3 cm de espesor. Con este espesor Benavides (1987), alcanzó las mejores características de secado, en comparación con otros espesores por ejemplo 0.4 y 0.5 cm.

Según Potter (1974), esto se debe a que las piezas pequeñas o capas más delgadas reducen la distancia que el calor tiene para recorrer hasta el centro del alimento, y reducen la distancia que la humedad en el centro del alimento tiene que recorrer para llegar a la superficie y escaparse, acelerando de esta manera la transmisión de calor y la transferencia de masa.

3.2.3 Secado

Para el proceso de secado, se empleó un secador de bandeja con flujo de aire caliente, a 7.62 m/s, 60 °C y rodajas de 0.3 cm de espesor.

Con estos parámetros de secado se alcanzó humedades del producto final en torno al 10% en un tiempo de aproximadamente 310 minutos (Figura 2).

Estos parámetros fueron optimizados por Benavides (1987), quién encontró que a de 70 °C, si bien es cierto necesitó menor tiempo de secado, se afectaba a los componentes del pijuayo; por el contrario cuando el secado lo realizó a 50 °C se necesitó largos períodos de secado. Por ello Benavides (1987) recomienda secar a 60 °C, con esta temperatura se obtiene una harina de óptima calidad.

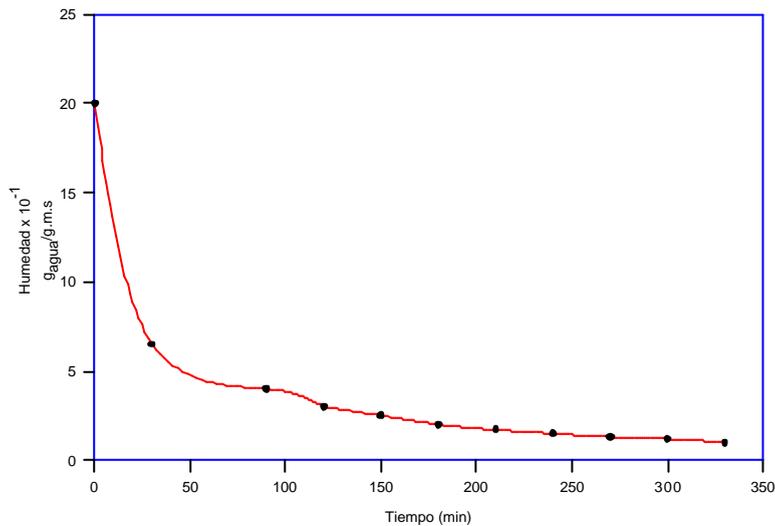


Figura 2: Relación entre humedad en base seca y tiempo en el proceso de secado por aire caliente de rodajas cocidas de pijuayo a una velocidad de aire de 7.2 m/s, 60 °C y espesor de la rodaja de 0.3 cm.

El secado se realizó en producciones, teniendo en cuenta la capacidad del secador, cuyos datos se indican en la Tabla 3.

Los lotes de pijuayo fueron deshidratados a 60 °C, velocidad de aire del secador de 4.3 m/s, espesor de 0.3 cm, con lo que se obtuvo un rendimiento de harina de 29 % (Tabla 3).

Una vez deshidratadas las rodajas de pijuayo fueron trituradas para obtener la harina, empleando un molino de martillo y una malla de 0.5 cm de diámetro de agujero. Después fueron agrupados y mezclados en un solo lote y empacados en bolsas de alta densidad con capacidad de 10 kg cada bolsa, obteniendo al final un total de 147.59 kg, de harina de pijuayo.

Tabla 3: Lotes de pijuayo que fueron sometidos a deshidratación (60°C 4,3 m/s y 0.3 cm).

Lote Peso (kg)	1	2	3	4	5	6	7	Total
Fruta fresca	29.80	29.80	71.95	115.35	54.33	73.85	128.05	503.13
Cáscara	6.95	6.294	71.95	42.37	18.18	25.05	39.34	210.134
Semilla	1.350	2.05	16.096	6.60	3.05	3.80	6.55	39.496
Hojuela fresca	21.50	21.456	51.804	66.38	33.10	44.80	83.16	322.20
Harina Obtenida	10.00	8.91	19.91	30.39	16.17	21.38	40.825	147.585

La composición del producto final se presenta en la Tabla 4, donde se observa que el pijuayo deshidratado es un alimento altamente nutritivo. Su nivel de humedad en torno al 10.14 %, aseguró la conservabilidad del producto en las condiciones climáticas de la zona. Harris & Van Loesecke, (1971) y Jamieson, (1974) sostienen que el almacenamiento a bajo contenido de humedad y a baja temperatura aseguran el mantenimiento de la calidad del producto, sin embargo la rancidez se incrementa a bajo contenido de humedad.

Tabla 4: Composición porcentual de la harina de pijuayo obtenida mediante deshidratación a 60°C velocidad de aire 4.3 m/s y 0.3 cm de espesor.

Componentes	Resultados
Humedad	10.14
Carbohidratos	74.13 %
Proteínas	3.10-3.80
Grasa	11.09%
Fibra	4.56
Kcalorías	411.53
pH	5.55
Acidez	0.64 ácido sulfúrico
Ceniza	0.84
Materia seca	89.86

En este caso no se presentó ninguna señal de rancidez, muy por el contrario, la harina de pijuayo tenía un aspecto de total frescura, durante los 90 días de almacenamiento.

3.2 Sustitución del maíz por harina de pijuayo en raciones para pollos parrilleros

El peso promedio inicial de los pollitos de un día de nacidos fue de 56.34 gr, los mismos que fueron asignados a los tratamientos y repeticiones.

3.3.2 Peso de los pollos parrilleros a los 8 días de iniciado el experimento

Los pesos promedio a los 8 días de iniciado el experimento, se muestra en la Figura 3. En ella se puede observar que los pollos triplicaron sus pesos; es decir pasaron de 56g a 174 y 170g respectivamente, cuando fueron alimentados en base a la formulación del tratamiento control y el tratamiento con 25% de sustitución. Estadísticamente los tratamientos T0, T1 y T2 son iguales ($p = 0.05$).

Con los siguientes tratamientos (T3, T4 y T5) la ganancia de peso sufrió un decrecimiento progresivo conforme se incrementaba el nivel de sustitución. Así tenemos que con 100% de sustitución (T5) los pollos adquirieron 110g de 56g que tuvieron inicialmente.

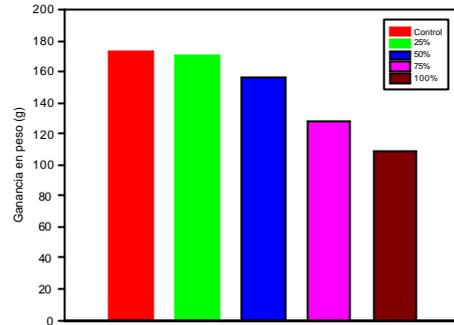


Figura 3: Ganancia de peso de los pollos a los 8 días de iniciado el experimento.

3.3.3 Peso de los pollos parrilleros a los 15 días de iniciado el experimento

Los pesos promedios a los 15 días de iniciado el experimento se muestra en la figura 4. en la que se observa que la ganancia de peso en los tratamientos T0 y T1 son estadísticamente iguales ($p=0.05$).

Los tratamientos restantes dieron resultados significativamente menores en proporción inversa al grado de sustitución.

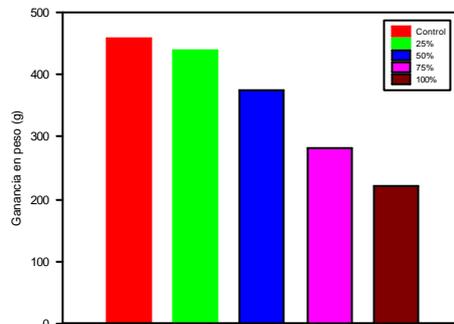


Figura 4: Ganancia de peso de los pollos a los 15 días de iniciado el experimento.

3.3.4. Peso promedio de los pollos parrilleros a 23, 30, 38 y 45 de iniciado el experimento

La ganancia de peso de los pollos parrilleros a partir de los 15 hasta los 45 días, se mantuvo con la misma tendencia. Los tratamientos T0 y T1 continuaron siendo estadísticamente iguales ($p = 0.05$). Los resultados con los tratamientos T2, T3 y T4 fueron significativamente menores al tratamiento control. Los pollos a los 45 días sólo alcanzaron 1 700, 1 370 y 1 140 g para T2, T3 y T4 respectivamente.

Los resultados indican que la harina de pijuayo puede sustituir al maíz hasta con un 25% en la dieta de pollos parrilleros. Este dato es muy importante si se tiene en cuenta que la región Loreto es deficitaria en cuanto a la producción de maíz, mas no así de pijuayo.

La ganancia de peso durante todas las etapas de crecimiento de los pollos parrilleros se resume en la Figura 5, en donde se observa que los resultados de los tratamientos T0 y T1 coinciden; lo que indica que la harina de pijuayo puede sustituir hasta en un 25% al maíz en dietas para pollos parrilleros.

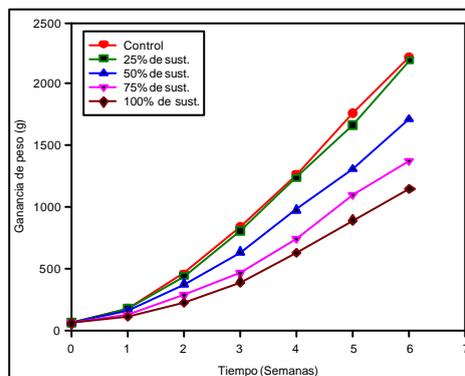


Figura 5: Ganancia de peso por semanas durante los 45 días que duró el experimento.

3.3.5. Consumo de alimentos durante los 45 días del experimento

El consumo de alimento de los pollos parrilleros sometidos a los tratamiento considerados en el presente estudio (Figura 6) guarda estrecha relación con la ganancia de peso, es decir a menor consumo de alimento se produjo una menor ganancia de peso.

Una de las causas del bajo consumo de alimento conforme se incrementó el nivel de sustitución del maíz por la harina de pijuayo, probablemente se deba al alto contenido de grasa del pijuayo. Por observación directa se apreció que los pollos tenían dificultad al momento de recoger el alimento con el pico, pues este se apelmazaba en el paladar, motivo por el cual recogían menor cantidad en el mismo periodo de tiempo en comparación a los pollos de los tratamientos T0 y T1. Cooz (1984) también observó que cuanto más harina de pijuayo existía en la ración, mayor fue el apelmazamiento y por ende el sufrimiento de los pollos al momento de comer. Por lo visto no sería correcto sostener que los tratamientos con 50, 75 y 100% de sustitución respectivamente dieron resultados adversos, sin antes solucionar el problema de apelmazamiento de la harina en el paladar de los pollos. Un estudio posterior debería considerar por ejemplo peletizar la harina o en su defecto desgrasar la materia prima tal como se efectúa con la soya. En este caso el pijuayo daría lugar a dos nuevos productos que consistirían en la torta de pijuayo y el aceite de pijuayo para consumo humano.

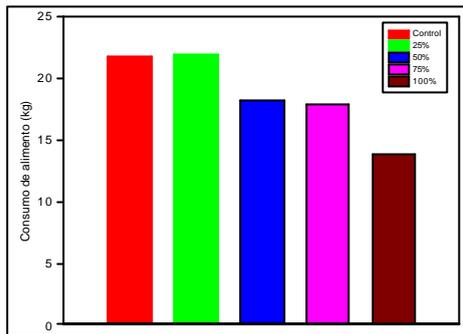


Figura 6: Consumo de alimento durante los 45 días que duró el experimento

3.3.6 Conversión alimenticia por niveles y tratamientos a 45 días de iniciado el experimento

Los datos de conversión alimenticia se muestran en la Figura 7 al término de los 45 días de iniciado el experimento. La conversión alimenticia al término de los 45 días, es totalmente heterogénea por la que los resultados muestran diferencias en cuanto a los promedios, haciendo notar que hubo una mayor conversión alimenticia en el tratamiento T3. Cuyos resultados fueron sometidos a la respectiva prueba de Duncan y análisis de variancia.

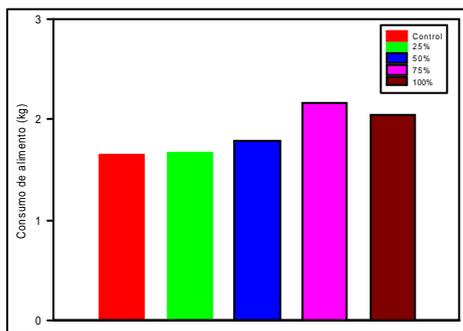


Figura 7: Conversión alimenticia a los 45 días

La mayor conversión alimenticia obtuvo el tratamiento T3 seguido por el tratamiento T4, siendo el de menor conversión alimenticia el tratamiento T0.

CONCLUSIONES

El flujo de operaciones para la obtención de la harina de pijuayo que se usó como sustituto del maíz en raciones para pollos parrilleros fue selección, lavado, pesado, tratamiento térmico, pelado, cortado, secado, molienda, empaclado, almacenado.

Se determinó que el tiempo de cocción del pijuayo a 100 °C es de 40 minutos dependiendo del volumen de agua y la cantidad del producto.

A un espesor de 0.3 cm con una velocidad de aire de 7.62 m/s y a una temperatura de 60 °C por 12 horas, se mantiene las características y componentes nutricionales, de la harina, con porcentajes de humedad en base seca de 10 %.

Con el tratamiento térmico realizado para obtener la harina de pijuayo se eliminaron los elementos antinutricionales, no se comprobó mortalidad más del 2 %, porcentaje que se reporta por pollos que murieron con asfixia.

El tratamiento térmico mejora el sabor, olor y color, del fruto deshidratado y lo protege en cierto modo contra la rancidez de la grasa.

El proceso de deshidratación por flujo de aire caliente, inhibe los agentes oxidantes, prolongando su tiempo de vida útil de la harina de pijuayo.

Los niveles de sustitución de harina de pijuayo de 75 % y 100 % al término de los 45 días no alcanzaron un peso considerable en comparación a los niveles T1 y T2 que tuvieron un peso aceptable.

A un nivel de 25 % de sustitución de harina de pijuayo se podría considerar como sustituto del maíz.

La harina de pijuayo tiende a apelmazarse en el pico del pollo dificultando en ocasiones el consumo.

Su periodo de conservación de la harina de pijuayo obtenido por estos parámetros puede darse hasta por un año.

AGRADECIMIENTO

A la empresa avícola “comercial Agropecuaria CLAPISER E.I.R.L” de la ciudad de Iquitos por su asesoramiento técnico en la crianza de pollos parrilleros.

BIBLIOGRAFIA

- Alliot, E.; Pastoureaud, A.; Pelaez Hudlet, J.; Metailler, R. Utilization des farines végétales et des levures cultivées sur alcanes pour l' alimentation du bar (*Dicentrarchus labrax*). In: “Finfish Nutrition and Fishfeed Technology”. Halver J. E. y Tiews, K. (Eds). Heeneman Verlag, Berlín, Vol. II, pp. 229-238. (1979)
- Arcoll, D.B. & Aguiar, J.P.L. Peach palm (*Bactris gasipaes*, H.B.K.) a new source of vegetable oil from the wet tropics. *J. Food Agric.* 35 : 520- 526. (1984)
- Benavides, Norma. “Procesamiento del Pijuayo (Guillemma Gasipaes): Deshidratación por Flujo de Aire Caliente”. Lima – Peru. (1987)
- Bergeret, Gualberto. “Conservas Vegetales: Frutas y Hortalizas”, Salvat Editores S.A. Barcelona. (1963)
- Calzada B. J., Bermudez R. J., Bautista C. V. “El pijuayo” (*Guillemma gasipaes* o *Bactris gasipaes*). Prog. Frutales Nativos No. 23 U.N.A. Marzo. (1977)
- Camacho, Edilberto. “El pejibaye (Guillemma gasipaes B.K. L.H Baley)”. Simposio Internacional sobre plantas de interés económico de la flora amazónica. Turrialba, Costa Rica. (1976)
- Cheftel, J. “Introducción a la bioquímica y tecnología de alimentos” Vol I. Ed. Acribia. Zaragoza. España. (1976)
- Clement, C.R. Pupunha, uma árvore domesticada. *Ciencia Hoje.* 5 (29): 43 - 49. (1987)
- Coos, S.A. Efectos de la substitución de maiz por harina de pejibaye en dietas para pollas de reemplazo durante la etapa de iniciación. Tesis de Grado. Escuela de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 52 PP. (1984)
- Duckworth, R.B. “Frutas y Verduras” Ed. Acribia. Zaragoza, España. (1982)
- García, G.M. Formulación de dietas experimentales y piensos comerciales. In: Alimentación en Acuicultura. Espinosa, J.& U. Labarta. (Eds.) Comisión Asesora de Investigación y técnica. Madrid. 23- 58. (1987)
- Goi, C.H. Processamento, caracterização e estabilidade da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*). Tese de Mestrado. INPA/FUA. Manaus. 73 pp. (1992)
- Harris – Von Loesecke. H. “Nutritional evaluation of food processing” The Avi Publishing Company, Inc. Westport. (1971)
- Informe 73. Ministerio de Agricultura. “Algunas especies nativas para la “Alimentación Humana” Dirección de investigación Agropecuaria. Informe especial N°73. Lima, Mayo. (1978)
- Jamieson, Michael. “Manejo de los alimentos – Vol. 1 Ecología del almacenamiento”. Centro Regional de Ayuda Técnica Ed. Pax – Mexico. (1967)
- Johannessen, C. L. “Pejibaye palm :Physical and chemical. Analisis of fruit”. *Economic Botany.* Vol 21: 371- 378. (1967)
- Loynaz, B.A. Utilización de la harina Extruzada de pejibaye bajo diferentes de temperaturas en dietas de iniciación de pollos de engorde. Tesis de Grado. Escuela de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 49 pp. (1985)
- Martínez, F. “Estudio de Relación de humedad :Aw en algunos alimentos” (1975)

- Murrillo, M.G. Estudio preliminar sobre factores inhibidores de enzimas proteolíticas presentes en la harina del pejibaye. (*Bactris gasipaes*). Rev. Biol Trop. San Jose de Costa Rica. 25 – 30 p. (1983)
- National Academy of Science (N.A.S.). Toxicants occurring naturally in foods. National Academy of Science. 2da ed. Washington. D.C. (1973)
- Piedrahita, G.C.A., Velez, P.C.A. Metodos de obtención y conservación de las harinas obtenidas a partir de los frutos de la palma de chontaduro (*Bactris gasipaes*, HBK). Universidad del Valle. Division de Ingenierias. Departamento de Procesos Quimicos Y Biológicos. Sección de Alimentos. CALI. 83 pp. (1982)
- Pieper, A. & Pfeffer, E. Studies on the effect of increasing proportions of sucrose or gelatinized maize starch in diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) on the utilization of dietary energy and protein. Aquaculture, 20: 333- 342. (1980)
- Saldaña, A.L. & López, M. M.E. Formulación y evaluación de dietas para colossoma macropomum en Mexico. An. VI Simp. Lat. e V Simp. Bras. de Aquic. Florianópolis. SC. 323 – 344 PP. (1988)
- Sotero- Solis, V.E. Adequacao Tecnológica do fruto da pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.) raga Macrocarpa Putumayo, mantida no banco nativo de germoplasma de pupunha do INPA/AM. Tese de Mestrado. 62 pp. (1989)
- Soto, T.S. Utilización de la harina de pejibaye en dietas para pollos de engorde. Escuela de Zootecnia. Facultad de Agronomia. Universidad de costa Rica. tesis de Grado, 51 pp. (1983)
- Webb, F.C. “Ingeniería Bioquímica” Ed. Acribia. Zaragoza, España. (1966)