



# Disponibilidad de ingredientes no tradicionales con potencial de ser usados en la alimentación de cerdas gestantes en el Bajío mexicano

## Nontraditional available ingredients with potential to be used in gestating sow feeding in the Mexican Bajío

Edgar David Avilés Ríos\*† José Antonio Espinosa García\*\*‡ José Antonio Rentería Flores\*\*  
César Augusto Mejía Guadarrama\*\* Gerardo Mariscal Landín\*\* José Antonio Cuarón Ibarquengoytia\*\*

### Abstract

In order to identify existing agro-industrial by-products and remainders in the region of the Mexican Bajío, which by their availability and level of production could be incorporated in the feeding of gestating sows, the statistical information of agricultural products that by an agro-industrial process generate by-products for livestock was integrated. In this sense, a list of by-product processing plants was created. Likewise, a survey was designed and applied to a significant sample (equation of sampling proportions for maximum variance) of these companies, to know the amounts of raw materials used, transformation coefficients, and the amount and destiny of generated by-products. According to the aforementioned, the future availability of these by-products was determined and regression models were designed. The by-products and remainders that were identified as feasible to be used were more than twenty. However, on the basis of the annual supply and demand of each by-product, the ones that showed the greatest potential to be used in feeding gestating sows were the following: rice husk (4 375 ton), saved of rice (2 905 ton), sesame meal (between 14 400 and 28 800 ton), cabbage remainders (1 092 ton), broccoli and cauliflower remainders (annual 13 400 and 1 800 ton, respectively), avocado remainders (4 800 ton) and palm oil for frying process of nuts (12 000 L). Those with better potential while measuring their future availability are broccoli and cauliflower remainders. With the aim to use agro-industrial by-products and remainders available in the Bajío for sow feeding, bromatologic and nutritional characteristics should be determined, as well as its possible impact on the energy and protein digestibility and sow performance.

**Key words: SOW, DIETS, NONTRADITIONAL BY-PRODUCTS, SUPPLY AND DEMAND.**

### Resumen

Con el propósito de identificar subproductos y desechos agroindustriales existentes en la región del Bajío mexicano, que por su disponibilidad y nivel de producción pudieran ser incorporados en la alimentación de las cerdas gestantes, se integró la información estadística de productos agrícolas que mediante un proceso agroindustrial generan subproductos para consumo pecuario. En este contexto, se creó un padrón de empresas procesadoras de dichos productos; asimismo, se diseñó y aplicó una encuesta a una muestra significativa (muestreo de proporciones de varianza máxima) con el fin de conocer las cantidades de materias primas utilizadas, los coeficientes de transformación, la cantidad de subproductos generados y, finalmente, su destino. De acuerdo con lo anterior, se dispuso estimar la disponibilidad futura de estos subproductos y se diseñaron modelos de regresión. Más de 20 subproductos y desechos se identificaron como factibles para utilizarse. Sin embargo, con base en la oferta y en la demanda anual de cada uno de éstos, los que mostraron mayor potencial de uso fueron: cascarilla de arroz y salvado de arroz (4 375 ton y 2 905 ton, respectivamente), pasta de ajonjolí (entre 14 400 y 28 800 ton), desperdicio de col (1 092 ton), desechos de brócoli (13 400 ton), desechos de coliflor (1 800 ton), desechos de aguacate (4 800 ton) y aceite de palma para fritura (12 000 L). Los de mejor potencial al medir su disponibilidad futura son los desechos de brócoli y coliflor. Con el propósito de aprovechar los subproductos y desechos agroindustriales disponibles en el bajío para la alimentación de la cerda adulta, deben determinarse las características bromatológicas y nutritivas de aquéllos, así como su posible impacto sobre la digestibilidad de la energía y proteína en la dieta y en el desempeño productivo de la cerda.

**Palabras clave: CERDAS, DIETAS, SUBPRODUCTOS NO TRADICIONALES, OFERTA Y DEMANDA.**

Recibido el 23 de mayo de 2008 y aceptado el 20 de mayo de 2009.

\*Posgrado en ciencias de la producción animal, Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Carretera Cuautitlán - Teoloyucan, km 2.5, CP 54700, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México.

\*\*Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, km 1 Carretera Colón-Ajuchitlán, 76280, Ajuchitlán, Querétaro, México.

†Resultados parciales de tesis de maestría.

‡Correspondencia: Dr. José Antonio Espinosa García, Teléfono: 01(419) 292 0249, ext. 217, Correo electrónico: espinosa.jose@inifap.gob.mx

## Introduction

The Mexican Bajío is an important zone for agricultural and livestock sectors of Mexico, the aforementioned has favored agro-industrial growth in this area, fundamental activity for the primary development. Some of these agro-industries generate by-products and remainders, which have been named nontraditional ingredients that could be used in animal feeding, specifically for reproductive sows.

In this context, the porcine activity is very important for the Bajío. In 2004, pork production, in Guanajuato, Jalisco, Michoacán and Querétaro, was the equivalent to 35% of national production.<sup>1</sup>

In Mexico, the great majority of pig diets are formulated based on sorghum and soybean meal combination. Schoijet,<sup>2</sup> in 2005, reported that in Mexico, 45% of the available grain was used for animal feeding. This data indicates the competence between animals and humans for basic grains, such as corn. As a consequence of pressures to satisfy the nutritional needs of humans, as well as the high cost of soybean meal (ingredient that is widely used in animal and human nutrition), pork producers have been forced to look for alternative ingredients that could be used in diet formulation.<sup>3</sup>

Although the inclusion of nontraditional ingredients in diet formulation for pigs does not constitute a common practice in Mexico, the search of sustainable productive models to produce pork meat, as well as the tendency to decrease competition between humans and animals, have increased the interest to identify and characterize new sources of food locally generated<sup>4-7</sup> as options for pig nutrition in countries where alimentary self-sufficiency has not been reached yet.

In general, nontraditional ingredients are characterized by their high fiber content, which represents a limiting factor for its use in swine diets. High levels of fiber in swine diets causes a nutrient dilution in the ration, limits the quantity of food that the animal can ingest, and more importantly decreases the digestibility of several nutrients.<sup>8</sup> Nevertheless, for what is known until now, there is some fiber fermentation in the posterior digestive tract of the pig, through the microbiota of cecum and colon, especially in adult sows.<sup>9</sup> The aforementioned indicates the possibility for use nontraditional ingredients in sow's diets, as long as the necessary bromatological and nutritional information is accessible to adequately use these ingredients, and that the use of alternative ingredients do not affect pig's performance. It is worth mentioning that the available information of these nontraditional ingredients is limited, especially the one related to

## Introducción

La región del Bajío mexicano es una zona importante para los sectores agrícola y pecuario del país, lo anterior ha propiciado el crecimiento de la agroindustria, actividad fundamental para el desarrollo del sector primario. Algunas de estas agroindustrias generan subproductos y desechos, a los que se les ha denominado ingredientes no tradicionales, que pudieran utilizarse en la alimentación animal, en específico para la cerda reproductora.

En este contexto, la porcina constituye una actividad de suma importancia para el Bajío. En 2004, la producción de carne de cerdo en canal, en Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Querétaro, equivalió a 35% de la producción nacional.<sup>1</sup>

En México la gran mayoría de las dietas para cerdos se formulan con base en la combinación de sorgo o maíz con pasta de soya. Schoijet,<sup>2</sup> en 2005, informó que en México se destinó 45% del grano disponible a la alimentación de animales. Este dato constituye un indicativo de la competencia entre el humano y los animales por los granos básicos, como el maíz. Como consecuencia de las presiones para satisfacer las necesidades nutricionales de los humanos, así como el alto precio de la pasta de soya (ingrediente ampliamente utilizado en la nutrición animal y humana), los porcicultores se ven obligados a buscar ingredientes alternativos para la alimentación de los cerdos.<sup>3</sup>

Aunque la inclusión de ingredientes no tradicionales en la formulación de alimentos balanceados para cerdos no constituye una práctica común en México, la búsqueda de modelos productivos sustentables de carne de cerdo al igual que la tendencia a disminuir la competencia entre el humano y los animales ha aumentado el interés por identificar y caracterizar nuevas fuentes de alimento generadas localmente<sup>4-7</sup> como opciones para la alimentación de los cerdos en algunos países donde la autosuficiencia alimentaria no se ha alcanzado.

En general, los ingredientes no tradicionales se caracterizan por su alto contenido de fibra, lo cual representa una principal limitante para su uso como alimento en cerdos, debido a que la inclusión elevada de fibra ocasiona una dilución de nutrientes en la ración, además de limitar la cantidad de alimento que el animal puede ingerir, así como la digestibilidad de varios nutrientes.<sup>8</sup> Sin embargo, por lo que se sabe hasta el momento, el tracto digestivo posterior del cerdo es capaz de proporcionar el medio adecuado para la fermentación de la fibra, a través de la microbiota del ciego y colon, especialmente en cerdas adultas.<sup>9</sup> Lo anterior indica la posibilidad de uso de ingredientes no tradicionales en la alimentación de la cerda, siempre y cuando se genere la información

their availability and impact on nutrient digestibility.

There is a significant difference among pigs of different ages in their ability to digest fiber, high fiber diet digestibility increases with age and weight of the animal, probably due to a larger cecum and colon size, and as a consequence, greater retention time of the digesta in these segments.<sup>10</sup> The pregnant sow has shown greater capability to digest high fiber diets, in comparison to growing pigs.<sup>11</sup> On the other hand, the nutrimental an energetic demand of pregnant sows are lower when compared to growing pigs and lactating sows,<sup>12</sup> this is the reason why they are limited to a concentrated diet of approximately 2.5 kg per day,<sup>13</sup> which is approximately 50% to 60% of their voluntary feed intake, to prevent the sow of gain excessive weight and fat during gestation, covering only maintenance requirements and gestation tissue growth<sup>14</sup> (products, embryonic membranes and fluids). Feed intake restriction also contributes to stereotype presentation in pregnant sows.<sup>15</sup>

Even when the inclusion of fibrous ingredients in animal diets will dilute the energetic concentration, daily energy intake will not be affected, if the amount of feed offered is increased and the effect on nutrient digestibility is taken into account.<sup>16</sup> It has been observed that the inclusion of fibrous ingredients reduces the presentation of stereotypes and contributes to the well being of the animal.<sup>17,18</sup>

As a first step for the use of nontraditional ingredients, it is necessary to know their offer and possible demand to determine their real availability. The aim of this study was to identify some by-products and agro-industrial remainders in four states of the Mexican Bajío, which according to their availability and production could be incorporated to the pregnant sows' diet.

## Material and methods

The research was limited to the states of Guanajuato, Jalisco, Michoacan and Queretaro, in the Mexican Bajío region.

In order to accomplish the objective of this project, an agro-industrial directory of the Bajío region was integrated, where name, address, telephone, electronic mail and activities of each one were recorded. Such information was gathered from commercial industrial catalogs published on Internet, State Government web pages and through direct contact with leading companies. All companies included in the directory, generate by-products or remainders from processing agricultural supplies.

A survey was designed and applied in a sample of those industries. The sample size was calculated by applying the equation of sampling properties for

bromatológica y nutrimental necesaria para hacer uso adecuado de estos ingredientes, que no afecte el potencial productivo de los cerdos. Cabe mencionar que la información disponible de estos ingredientes no tradicionales es limitada, sobre todo si se analiza su disponibilidad e impacto sobre la digestibilidad.

Existe una diferencia significativa en la habilidad para fermentar fibra entre cerdos de diferente edad, ya que la digestibilidad de dietas altas en fibra se incrementa con el peso y edad del animal, debido probablemente a un mayor tamaño del ciego y colon, y como consecuencia, mayor tiempo de retención de la digesta en estos segmentos.<sup>10</sup> La cerda gestante ha demostrado mayor capacidad para digerir dietas ricas en fibra, en comparación con cerdos en crecimiento.<sup>11</sup> Aunado a ello, la demanda nutrimental y energética de las cerdas gestantes son las más bajas, si se les compara con las de cerdos en crecimiento y la de cerda en lactancia,<sup>12</sup> razón por la cual están limitadas a un consumo aproximado de 2.5 kg al día de una dieta concentrada,<sup>13</sup> que equivale a 50%-60% de su consumo voluntario, con la finalidad de evitar ganancias de peso y de grasa corporal excesivas, cubriéndose únicamente los requerimientos de mantenimiento y para la ganancia de los tejidos de la gestación<sup>14</sup> (productos, membranas embrionarias y sus fluidos). La restricción en el consumo de las cerdas gestantes contribuye a la presentación de estereotipos.<sup>15</sup>

La inclusión de ingredientes fibrosos en la dieta de animales diluirá la concentración energética de dicha dieta pero no afectará el consumo diario óptimo de energía, pues ofrecerá mayor volumen de alimento a estos animales, esto último siempre y cuando se tome en cuenta el posible efecto de la fibra sobre la digestibilidad de la dieta.<sup>16</sup> Se ha observado que la inclusión de ingredientes fibrosos reduce la presentación de estereotipos y contribuye al bienestar del animal.<sup>17,18</sup>

Como primer paso para utilizar estos ingredientes no tradicionales, es necesario conocer su oferta y posible demanda para determinar su disponibilidad real. El objetivo de este estudio fue identificar algunos subproductos y desechos agroindustriales en cuatro estados del Bajío mexicano, que por el nivel de producción y disponibilidad de aquéllos, pudieran ser incorporados a la alimentación de las cerdas gestantes.

## Material y métodos

El trabajo se circunscribió a Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Querétaro, en la región del Bajío mexicano.

Para cumplir con el objetivo planteado, se integró un directorio con las agroindustrias ubicadas en la zona del Bajío, en aquél se registró nombre, dirección,

maximum variance ( $p = 0.5$ ;  $q = 0.5$ ;  $\beta = 0.1$  and  $Z_{1-\alpha} = 0.98$ ) for known population sizes.<sup>19</sup>

$$n = \frac{N \cdot p \cdot (1 - q)}{(N - 1) \cdot (\beta)^2 + p \cdot (1 - q)} \cdot Z_{1-\alpha}^2$$

where:

- $n$  = sample size
- $N$  = total population
- $p$  = variable binomial response
- $q$  = variable binomial response 2
- $\beta$  = precision percentage
- $Z_{1-\alpha}$  = confidence value

The information gathered in the survey was: general characteristics of the company or plant, feedstuffs or ingredients used, volume and type of products and by-products generated, demand of these, productive process characteristics and extraction index, defined as the by-product or remainder proportion generated by processed raw material unity. Each identified by-product or remainder was sampled for posterior analyses.

The identified companies were classified by activity in four groups: *a*) alcoholic beverages producing industry; *b*) grain and seeds processing industry; *c*) human consumption vegetable processing industry; *d*) oleaginous processing industry. Likewise, the companies of each group were subdivided based on the feedstuff or ingredient used in the process and the characteristics of the by-product or remainder generated, the aforementioned with the aim to obtain a sample size representative of each one.

The information was captured in Excel and analyzed using Statistics Program for Social Science Version 11.5, averages and frequencies were calculated, and regression analyses were carried out.

The real availability of each by-product or remainder was calculated by subtracting the annual demand average from the annual production of each identified by-product or remainder.

The future availability was calculated based on the annual average production estimation of the feedstuff or ingredient used, using a univariate regression model, in which the independent variable was the year, and dependent variable was the annual production of the used agricultural product. The data base was formed with the annual production of the last 26 years (1980-2005). A prediction on the production to ten years was done (2010-2019). From the data obtained, the future availability was calculated by multiplying the estimated annual production by the extraction index, diminish by the actual demand.

The total of identified companies and the by-product

teléfono, correo electrónico y actividad desarrollada de cada una de ellas. Dicha información se recopiló de catálogos industriales comerciales publicados en Internet, páginas web del gobierno de cada estado y a través del contacto directo con empresas líderes. Todas las empresas que integraron el directorio generan subproductos o desechos a partir del procesamiento de insumos de origen agrícola.

Se diseñó y aplicó una encuesta. El tamaño de la muestra se calculó al aplicar la ecuación de muestreo de propiedades de varianza máxima ( $p = 0.5$ ;  $q = 0.5$ ;  $\beta = 0.1$  y  $Z_{1-\alpha} = 0.98$ ) para tamaño de poblaciones conocidas.<sup>19</sup>

$$n = \frac{N \cdot p \cdot (1 - q)}{(N - 1) \cdot (\beta)^2 + p \cdot (1 - q)} \cdot Z_{1-\alpha}^2$$

donde:

- $n$  = tamaño de la muestra
- $N$  = población total
- $p$  = respuesta de una variable binominal
- $q$  = respuesta 2 de una variable binominal
- $\beta$  = precisión en porcentaje
- $Z_{1-\alpha}$  = valor de confiabilidad

La información capturada en la encuesta consistió en características generales, insumos utilizados, volumen y tipo de productos y subproductos generados, demanda de éstos, características del proceso productivo y el índice de extracción, definido como la proporción de subproducto o desecho que se genera por unidad de materia prima procesada. Cada subproducto o desecho identificado fue muestreado para análisis posteriores.

Las empresas identificadas se clasificaron por actividad en cuatro grupos: *a*) Industria productora de bebidas alcohólicas; *b*) industria procesadora de granos y semillas; *c*) industria procesadora de vegetales para el consumo humano, y *d*) industria procesadora de oleaginosas. A su vez, las empresas de cada grupo fueron subdivididas con base en el insumo utilizado y en las características del subproducto o desecho generado, lo anterior con la finalidad de obtener un tamaño de muestra representativa de cada uno de ellos.

La información fue capturada en Excel y se analizó utilizando el paquete Statistics Program for Social Science Versión 11.5, se calcularon promedios, frecuencias, además se realizó un análisis de regresión.

La disponibilidad real de cada subproducto o desecho se calculó al restar el promedio de la demanda anual al promedio de la producción anual de cada subproducto o desecho identificado.

La disponibilidad futura se calculó con base en la estimación de la producción promedio anual del

uct or remainder generated, as well as the number of surveyed companies are shown in Table 1.

According to the aforementioned, nine companies that process grains and seeds were surveyed: four are dedicated to processing wheat: Harinera Pirineos, S.A. de C.V.; (La Moderna); Molinera de Mexico, S.A. de C.V. (GRUMA); Harinera Queretana, S.A. de C.V.; and Harinera Parayas, S.A. de C.V.; one processes rice: Arrocería de Occidente, S.A. de C.V.; two industrialize corn: Industrializadora de Maiz, S.A. de C.V. and MINSA, S.A. de C.V.; two companies process peanut: SECAMEX, S.A. de C.V. and Productos GONDI, S.A. de C.V. Likewise, five vegetable processing plants for human consumption were surveyed; four process vegetables: APEX congelados, S.A.; Mar Bran, S.A.; Gigante Verde, S. en N.C. de C. V. ; and Lavin-Sagui, S.A.; and two fruit processing companies: Congeladora y Empacadora Nacional, S.A. de C. V.; and Gerber Holdings de Mexico, S.A. de C. V. Also, two companies dedicated to oleaginous grains were surveyed: SESAJAL, S.A. de C.V., and TRON Hermanos, S.A. de C.V. Finally, an alcoholic beverage production company was also surveyed: Freixenet de Mexico, S.A. de C.V.

insumo utilizado, con ese propósito se diseñó un modelo de regresión univariante, en la que la variable independiente fue el año y la variable dependiente fue la producción anual del producto agrícola utilizado. La base de datos se formó con la producción anual de los últimos 26 años (1980-2005). Se hizo una predicción de la producción a diez años (2010-2019). A partir de los datos obtenidos, se calculó la disponibilidad futura al multiplicar la producción anual estimada por el índice de extracción, menos la demanda actual.

El total de empresas identificadas y el subproducto o desecho que generan, así como el número de empresas encuestadas se presentan en el Cuadro 1.

De acuerdo con lo anterior, se encuestaron nueve empresas que procesan granos y semillas: cuatro se dedican a procesar trigo: Harinera Pirineos, S. A. de C. V. (La Moderna); Molinera de México, S. A. de C. V. (GRUMA); Harinera Queretana, S. A. de C. V.; y Harinera Parayas, S. A. de C. V.; una procesa arroz: Arrocería de Occidente, S. A. de C. V.; dos industrializan maíz: Industrializadora de Maíz, S. A. de C. V. y MINSA, S. A. de C. V.; dos empresas procesan cacahuate: SECAMEX, S. A. de C. V. y Productos GONDI, S. A. de C. V. Asimismo, se encuestaron cinco empresas procesadoras de vegetales para consumo humano; cuatro que procesan hortalizas: APEX congelados, S. A.; Mar Bran, S. A. ; Gigante Verde, S. en N. C. de C. V.; y Lavin-Sagui, S. A.; y dos procesadoras de

**Cuadro 1**  
TOTAL DE EMPRESAS IDENTIFICADAS DIVIDIDAS POR ACTIVIDAD Y EL TIPO DE SUBPRODUCTO O DESECHO QUE GENERAN  
TOTAL OF IDENTIFIED COMPANIES DIVIDED BY ACTIVITY AND TYPE OF BY-PRODUCT OR REMAINDER GENERATED

<i>Company subgroups Subdivision by type of by-product</i>	<i>Number of companies</i>	<i>Number of samples</i>
<i>Alcoholic beverages</i>		
Grape bagasse	2	1
<i>Granes and seeds</i>		
Husk and peanut fry remainder	2	2
Wheat by-products	22	4
Rice by-products	1	1
Corn by-products	6	2
<i>Vegetable Processing plants for human consumption</i>		
Vegetable and avocado reminders	18	4
Fruit bagasse	2	1
<i>Oleaginous processing plants</i>		
By-products of vegetable oil extraction	7	2
Total	60	17



## Results

### **Availability and localization of the sub products and remainders identified**

The by-products were identified and sampled: from rice (*Oriza sativa*) husk, bran, broken rice, ½ grain; from wheat (*triticum aestivum*): bran, middllin, fine bran, broken grain and germ; from peanut (*Arachis hypogaea*) husk, frying remainders and peanut toast, and seed for snacks; from corn (*Zea mays*) gluten; by-products generated from oleaginous grains: sesame meal (*Sesamum indicum*); safflower meal (*Carhtamus tinctorius*) and canola meal e (*Brassica napus*). Remainders derived from processing of the following vegetables were identified and sampled: broccoli (*Brassica oleracea italica*), cauliflower (*Brassica oleracea botrytis*), cabbage (*Brassica oleracea viridis*), lettuce (*Lactuca sativa* var capitata), avocado (*Persea americana*), grape (*Vitis* spp) and apple (*Malus rosacea* var *Golden delitius*).

### **Grain and seed processing companies**

Each of the surveyed companies dedicated to wheat industrialization; annually process in average, 88 000 tons of wheat, the volumes of the by-products generated are shown in Table 2.

There are seven chambers and representations of the national milling industry in the country, which group 97 wheat mills. In the Bajío zone, the wheat flour industry is framed within two of these industrial chambers: the Camara de la Industria Harinera del Centro and the Comite de Molineros de Trigo del estado de Jalisco. These two associations have 29 mills (22 and 7 mills, respectively). Based on the information obtained from the surveyed companies, it is inferred that in the Bajío zone, an average of 2 552 000 tons of wheat are processed annually and generate 389 180 tons of bran, 195 738 tons of middllin, 82 940 tons of fine bran and 25 520 tons of wheat shorts (Table 2).

The rice company Arrocería de Occidente, S.A. de C.V. processed, during the 2000-2006 period, an average of 17 429.6 annual tons of rice. In this order of ideas, the extraction indexes for husk, bran, broken gram and ½ grain were 0.1, 0.15, 0.15 and 0.1, respectively. In average, 2 614.3 tons of rice husk, 1 742.9 tons of bran, 1742.9 tons of broken rice and 2614.3 tons of ½ grain are generated yearly.

According to the information provided by the company, they participate with 30% of the zone's by-products offer, while Verde Valle contributes with 40% and the remaining 30% smaller companies. Therefore, it is estimated that the total offer of rice by-products of the zone during 2000 to 2006 was of 8 714.3 tons of

frutas: Congeladora y Empacadora Nacional, S. A. de C. V.; y Gerber Holdings de México, S. A. de C. V. También se encuestó a dos empresas dedicadas al proceso de granos de oleaginosas: SESAJAL, S. A. de C. V.; y TRON Hermanos, S. A. de C. V. Finalmente se encuestó una empresa dedicada a la producción de bebidas alcohólicas: Freixenet de México, S. A. de C. V.

## Resultados

### **Oferta y localización de los subproductos o desechos identificados**

Se identificaron y muestrearon subproductos derivados del arroz (*Oriza sativa*): cascarilla, salvado, granillo y ½ grano; derivados del trigo (*triticum aestivum*): salvado, acemite, salvadillo, granillo y germen; derivados del cacahuate (*Arachis hypogaea*): cascarilla y desperdicio de fritura y tostado de cacahuate y semillas para botana; cascarilla y gluten de maíz (*Zea mays*) y subproductos derivados de granos de oleaginosas: pasta de ajonjolí (*Sesamum indicum*); pasta de cártamo (*Carhtamus tinctorius*) y pasta de canola (*Brassica napus*). También se identificaron y muestrearon desechos derivados del procesamiento de las siguientes hortalizas y frutas: brócoli (*Brassica oleracea italica*), coliflor (*Brassica oleracea botrytis*), col (*Brassica oleracea viridis*), lechuga (*Lactuca sativa* var capitata), aguacate (*Persea americana*), uva (*Vitis* spp) y manzana (*Malus rosaceae* var *Golden delitius*).

### **Empresas procesadoras de granos y semillas**

Cada una de la empresas encuestadas dedicadas a la industrialización del trigo procesan anualmente, en promedio, 88 000 ton de trigo, los volúmenes de los subproductos generados se resumen en el Cuadro 2.

En el país existen siete cámaras y representaciones de la industria molinera nacional que agrupan a 97 molinos de trigo. En la zona del Bajío, la industria harinera de trigo está enmarcada en dos de estas cámaras industriales: la Cámara de la Industria Harinera del Centro y el Comité de Molineros de Trigo del estado de Jalisco. Estas dos agrupaciones reúnen 29 molinos (22 y 7 molinos, respectivamente). Con base en la información obtenida de las empresas encuestadas, se infiere que en la zona del Bajío se procesan, anualmente, un promedio de 2 552 000 ton de trigo y se generan 389 180 ton de salvado, 195 738 ton de acemite, 82 940 ton de salvadillo y 25 520 ton de granillo (Cuadro 2).

La empresa Arrocería de Occidente, S. A. de C. V. procesó, en el periodo 2000-2006, en promedio, 17 429.6

Cuadro 2

CONSUMO ANUAL DE TRIGO, PRODUCCIÓN DE HARINA Y GENERACIÓN DE SUBPRODUCTOS  
DERIVADOS DEL TRIGO POR EMPRESA ENCUESTADA (MILES DE TON)

ANNUAL WHEAT CONSUMPTION, FLOUR PRODUCTION AND GENERATION OF BY-PRODUCTS DERIVED  
FROM WHEAT BY THE COMPANY SURVEYED (THOUSANDS OF TONS)

Company	Annual supply	By-products generated			
		Bran	Middlings	Fine bran	Wheat shorts
Extraction index by supply unity <sup>a</sup>		0.1525	0.0767	0.0325	0.01
Pirineos	150.0	22.8	11.5	4.9	1.5
Molinera de Mexico	103.0	15.7	7.9	3.3	1.0
Queretana	55.0	8.4	4.2	1.8	0.5
Parayas	44.0	6.7	3.4	1.4	0.4
ANNUAL AVERAGE	88.0	13.4	6.7	2.9	0.9
OF	48.6	7.4	3.7	1.6	0.5
Association	supply <sup>b</sup>	bran <sup>c</sup>	midlling <sup>c</sup>	fine bran <sup>c</sup>	wheat shorts <sup>c</sup>
Camara de la Industria Harinera del Centro <sup>d</sup>	1 936	295.2	148.5	62.9	19.3
Camara de Molineros de trigo del estado de Jalisco <sup>e</sup>	616.0	93.9	47.2	20.0	6.2
Total	2 552	389.1	195.7	82.9	25.5

<sup>a</sup>Remainder proportion extracted by unit of processed supply, obtained from the surveys; <sup>b</sup>number of mills by the average of by-product generated,

<sup>c</sup>number of mills by the average of by-products generated, <sup>d</sup>22 mills within this association, <sup>e</sup>seven mills within this association

husk, 5 809.5 tons of bran, 5 809.5 tons of broken rice and 8 714.3 tons of ½ grain.

In this context, Industrializadora de Maiz, S.A. de C.V. has an annual consumption average of 101 856 tons of corn and generates 21 481.4 tons of husk, 722.5 tons of wheat gluten and 937.1 tons of germ. Nevertheless, MINSA, S.A. de C.V. generates a liquid remainder from the process of “nixtamalización” called “nejayote”. Likewise, SECAMEX, S.A. de C.V. generates peanut husk as by-product and annually produces an average of 150 tons. Besides, Productos GONDI, S.A. de C.V. annually generates 22 tons of solid remainders (toast and peanut fritter and other seeds for snacks), as well as 12 000 liters of palm oil used in frying their products.

### **Oleaginous processing companies**

TRON Hermanos, S.A. de C.V. annually processes 60 000 tons of canola and generates 48 000 tons of this paste supply. It also processes around 6 500 tons of safflower, which results in 4 495 tons of safflower paste as by-product. On the other hand, SESAJAL, S.A. de C.V. annually processes 96 000 tons of sesame. It has a by-product, toasted sesame meal, in two presentations depending on the protein that contains (20% and 45%) that, jointly, add 48 000 annual tons of by-product.

ton anuales de arroz. En este orden de ideas, los índices de extracción para la cascarilla, salvado granillo y ½ grano fueron 0.1, 0.15, 0.15 y 0.1, respectivamente. En promedio, al año se generaron 2 614.3 ton de cascarilla, 1 742.9 ton de salvado, 1 742.9 ton de granillo y 2 614.3 ton de ½ grano.

Según la información proporcionada por la empresa, ésta participa con 30% de la oferta de subproductos en la zona, en tanto que Verde Valle aporta 40% y el 30% restante lo aportan empresas menores. Por tanto, se estima que la oferta total de subproductos derivados del arroz en la zona para 2000 a 2006 fue de 8 714.3 ton de cascarilla, 5 809.5 ton de salvado, 5 809.5 ton de granillo y 8 714.3 ton de ½ grano.

En este contexto, Industrializadora de Maíz, S. A. de C. V. tiene un consumo promedio anual de 101 856 ton de maíz y genera 21 481.4 ton de cascarilla, 722.5 ton de gluten y 937.1 ton de germen. Sin embargo, MINSA, S. A. de C. V. genera un desecho líquido derivado del proceso de nixtamalización llamado “nejayote”. Asimismo, SECAMEX, S.A. de C.V. genera cáscara de cacahuate como subproducto y anualmente produce, en promedio, 150 ton. Además de que Productos GONDI, S. A. de C. V. genera anualmente 22 ton de desechos sólidos (tostado y fritura de cacahuate y otras semillas para

**Cuadro 3**  
**CONSUMO Y PRODUCCIÓN DE DESPERDICIO DE BRÓCOLI Y**  
**COLIFLOR DE LAS EMPRESAS APEX Y MAR BRAN (TON)<sup>a</sup>**  
**CONSUMPTION AND PRODUCTION OF BROCCOLI AND CAULIFLOWER**  
**FROM THE APEX AND MAR BRAN COMPANIES (TONS)<sup>a</sup>**

<i>Company</i>	<i>Broccoli trunk</i>		<i>Cauliflower clipping</i>	
	<i>Annual supply</i>	<i>Annual waste</i>	<i>Annual supply</i>	<i>Annual waste</i>
Extraction index <sup>b</sup>		0.15		0.265
APEX	35 743.50	5 361.53	6 591.00	1 746.62
MARBRAN	39 926.25	5 988.94	15 843.75	4 198.59
Average	37 834.88	5 675.23	11 217.38	2 972.60
SD	2 957.65	443.65	6 542.68	1 733.81

<sup>a</sup>Gigante Verde, S. en N. C. de C. V. company is nule data

<sup>b</sup>Extraction index, as waste proportion extracted by unit of processed supply, average of surveyed companies

### **Companies that process vegetables for human consumption**

The companies APEX Congelados, S.A., Mar Bran, S.A. and Gigante Verde, S.A. en N.C. de C.V., have as main supply (in relation to volume processed) broccoli. In average, each company annually consumes 37 834.9 tons of this and from them 5 675.2 tons of remainders are generated. Besides, they also process an annual average of 11 217.4 annual tons of cauliflower and produce 2 972.6 tons of remainders (Table 3). The company Gigante Verde is not included in these figures.

Lavin-Segui, S.A., which consumes annually 2 400 tons of cabbage and 144 tons of lettuce, generates 1 560 and 93.6 tons of remainders, respectively. Likewise, Congeladora y Empacadora Nacional, S.A. de C.V. processes each year an average of 12 000 tons of avocado and generates 4 800 tons of remainders; and Gerber Holdings de Mexico, S.A. de C.V. generated, in 2005, 132 tons of apple bagasse.

### **Alcoholic beverages producing companies**

Fleixenet de Mexico, S.A de C. V. consumes, for wine production, 650 tons of White grape and 200 tons of red grape, of different varieties, generating 97.5 tons of white grape and 30 tons of red grape bagasse, for each harvest season.

### **Identified sub products and remainders availability**

#### **Real availability**

The annual offer of each by-product identified, the average annual demand proposed by the company that

botana), así como 12 000 litros de aceite de palma usado en la fritura de sus productos.

### **Empresas procesadoras de oleaginosas**

TRON Hermanos, S. A. de C. V. procesa anualmente 60 000 ton de canola y genera 48 000 ton de pasta de este insumo. También procesa alrededor de 6 500 ton de cártamo, lo que resulta en 4 495 ton de pasta de cártamo como subproducto. Por otra parte, SESAJAL, S. A. de C. V. procesa al año 96 000 ton de ajonjolí. Tiene un subproducto que es la pasta de ajonjolí tostada, con dos presentaciones según la cantidad de proteína que contenga (20% y 45%) que, en conjunto, suman anualmente 48 000 ton de subproducto.

### **Empresas que procesan vegetales para consumo humano**

Las empresas APEX congelados, S. A., Mar Bran, S. A. y Gigante Verde, S. en N. C. de C. V., tienen como principal insumo (en cuanto a volumen procesado) el brócoli. En promedio, cada empresa consume anualmente 37 834.9 ton de éste y a partir de ellas se generan 5 675.2 ton de desecho. Además, procesan la coliflor con promedio anual de 11 217.4 ton y tienen en desecho 2 972.6 ton anuales (Cuadro 3). En estas cifras no se incluyen datos de Gigante Verde.

Lavin-Sagui, S. A., que consume 2 400 ton de col y 144 ton de lechuga anuales, respectivamente, genera 1 560 y 93.6 ton de desperdicio, en la misma condición. Asimismo, Congeladora y Empacadora Nacional, S. A. de C. V. procesa cada año un promedio de 12 000 ton de aguacate y genera 4 800 ton de desecho; pero Gerber Holdings de México, S. A. de C. V. generó, en 2005, 132 ton de bagazo de manzana.



generated it and real calculated availability are shown in Table 4. No data of by-products destined for human consumption are shown to avoid competence for the resource.

### *Future availability*

The future availability of broccoli and cauliflower remainders was estimated. Table 5 shows the estimated annual production of broccoli and cauliflower for the next ten years (2010-2020), as well as the remainder volume that can be generated from the estimated production of the companies that process such agricultural products.

## **Discussion**

Twenty-five by-products or remainders generated by agricultural product processing companies located in the Bajío zone were identified.

Based on its actual availability, the more abundant nontraditional ingredients identified are: toasted sesame meal, broccoli remainders, oil for frying process remainder, avocado remainder, rice husk, rice bran, cabbage remainder and cauliflower remainder.

For wheat derived by-products, the demand is almost equal to the offer; therefore, their availability is very low. Nevertheless, since the volumes in which they are generated are the highest of all the by-products identified, that characteristic confers them the condition of important by-products. The corn husk has neither an important availability due to its great demand. Nevertheless, since only one company was identified within the limited zone, data could be of little representative importance.

The by-products and remainders with less availability are fine bran, wheat shorts, corn germ, frying process remainders, peanut husk, lettuce remainders, apple remainder and grape bagasse.

It must be pointed out that the calculation of the availability of by-products and remainders was based on the obtained data from the applied surveys to each one of the mentioned companies. So, the offer of by-products or remainders can vary to the extent that these companies modify their processes (technology, quality and supply degree of usefulness or market needs).

In the future projection it is calculated that the broccoli and cauliflower production for the next ten years (2010-2019) will have an average annual growth of 3.1% for broccoli and 2.2% for cauliflower, hence it is expected that the remainders of both supplies will increase in the same proportion.

Based on the surveys' data obtained, it was not possible to calculate the future availability of the other

## *Empresas productoras de bebidas alcohólicas*

Freixenet de México, S. A. de C. V. consume, para la producción de vino, 650 ton de uva blanca y 200 ton de uva tinta, de diferentes variedades, generando 97.5 ton de bagazo de uva blanca y 30 ton de uva roja, por temporada de cosecha.

## **Disponibilidad de los subproductos y desechos identificados**

### *Disponibilidad real*

En el Cuadro 4 se resume la oferta anual de cada subproducto identificado, la demanda promedio anual propuesta por la empresa que lo generó y la disponibilidad real calculada. No se presentan datos de los subproductos que se destinan al consumo humano para evitar crear una competencia por el recurso.

### *Disponibilidad futura*

Se estimó la disponibilidad a futuro de los desechos de brócoli y de la coliflor. En el Cuadro 5 se muestra la producción anual estimada del brócoli y la coliflor durante los próximos diez años (2010-2019), así como el volumen del desecho que puede ser generado a partir de la producción estimada por las empresas que procesan tales productos agrícolas.

## **Discusión**

Se identificaron 25 subproductos o desechos, generados por empresas procesadoras de productos agrícolas ubicadas en la zona del Bajío.

Con base en su disponibilidad actual, los ingredientes no tradicionales identificados más abundantes son: pasta de ajonjolí tostada, desecho de brócoli, desecho del aceite de fritura, desecho de aguacate, cascarilla de arroz, salvado de arroz, desecho de col, desecho de coliflor.

Para los subproductos derivados del trigo, la demanda de éstos es casi igual a la oferta por lo que su disponibilidad es muy baja. Sin embargo, debido a que los volúmenes en los que se genera son los más elevados de todos los subproductos identificados, esa característica les confiere la calidad de subproductos de importancia. La cascarilla de maíz tampoco presenta disponibilidad importante debido a su gran demanda. Sin embargo, como únicamente se identificó a una empresa en la zona delimitada, los datos obtenidos pueden ser poco representativos.

Los subproductos y desechos con menor disponibilidad son salvadillo de trigo, granillo de trigo, germen de maíz, desperdicio de fritura, cascarilla de

**Cuadro 4**  
**OFERTA, DEMANDA Y DISPONIBILIDAD ACTUAL ANUAL DE LOS**  
**SUBPRODUCTOS IDENTIFICADOS (TON)**  
**ACTUAL ANNUAL OFFER, DEMAND AND AVAILABILITY OF IDENTIFIED**  
**BY-PRODUCTS (TONS)**

<i>By-product</i>	<i>Offer</i>	<i>Demand (%)</i>	<i>Availability</i>
Bran/wheat	389 180	99 <sup>a</sup>	3 892
Middling/wheat	195 738	99 <sup>a</sup>	1 957
Fine bran/wheat	82 940	99 <sup>a</sup>	829
Wheat short/wheat	25 520	99 <sup>a</sup>	255
Husk/rice	8 714	50	4 357
Bran/rice	5 809	50	2 905
Broken/rice	5 809	Human consumption <sup>b</sup>	SND <sup>c</sup>
½ Grain/rice	8 714	Human consumption <sup>b</sup>	SND <sup>c</sup>
Husk/corn	21 481	99 <sup>a</sup>	215
Gluten/corn	6 722	99 <sup>a</sup>	7
Germ/corn	937	99 <sup>a</sup>	9
Remainder/fry	22	50	11
Husk/peanut	150	99 <sup>a</sup>	2
Oil/fry	12 000	Has no demand	12 000
Nejayote/corn	IND <sup>d</sup>	Has no demand	IND <sup>d</sup>
Base paste/sesame	48 000	40-70	14 400-28 800
Paste/safflower	4 495	99 <sup>a</sup>	4
Paste/canola	35 100	99 <sup>a</sup>	35
Remainder/broccoli	26 800	50	13 400
Remainder/cauliflower	3 600	50	1 800
Remainder/avocado	4 800	Has no demand	4 800
Remainder/cabbage	1 560	30	1 092
Remainder/lettuce	93	30	66
Apple bagasse	4 800	IND <sup>d</sup>	IND <sup>d</sup>
Grape bagasse	127	100	0.00

<sup>a</sup>The demand lowers in the rainy season

<sup>b</sup>By-products for human consumption are not included to avoid competence for the resource

<sup>c</sup>BNA, by-product not available

<sup>d</sup>INA, information not available, not provided by the companies

identified nontraditional ingredients. But since the majority of these are generated during the obtainment of products for daily human consumption, such as wheat flour, rice, sweeteners and starches, cooking oils, alcoholic beverages and processed baby food, among others, it can be said, that in a favorable scene, that the production of such companies will increase and with that the generation of by-products and remainder. Two factors prevented that the future availability of the rest of the identified by-products or remainders could be estimated: *a)* high volumes of

cacahuete, desecho de lechuga, desecho de manzana y bagazo de uva.

Se debe tener presente que el cálculo de la disponibilidad de los subproductos y desechos se basó en los datos obtenidos a partir de las encuestas aplicadas a cada una de las empresas mencionadas. Así, la oferta de los subproductos o desechos puede variar en la medida en que dichas empresas modifiquen su proceso (tecnología, calidad y grado de aprovechamiento de los insumos o exigencias del mercado).

En la proyección a futuro se calcula que la produc-

**Cuadro 5**  
**PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA DE BRÓCOLI Y COLIFLOR PARA LOS**  
**ESTADOS DE GUANAJUATO, JALISCO, MICHOACÁN Y QUERÉTARO**  
**Y DISPONIBILIDAD ESPERADA PARA LOS SIGUIENTES 10 AÑOS**  
**EN LA ZONA DEL BAJÍO MEXICANO (2010-2019)**  
**ANNUAL ESTIMATED PRODUCTION OF BROCCOLI AND CAULIFLOWER**  
**FOR THE STATES OF GUANAJUATO, JALISCO, MICHOACAN AND QUERETARO**  
**AND AVAILABILITY EXPECTED FOR THE FOLLOWING 10 YEARS**  
**IN THE MEXICAN BAJIO ZONE (2010-2019)**

Year	Broccoli		Cauliflower	
	Annual estimated production <sup>a</sup> (ton)	Estimated availability <sup>b</sup> (ton)	Annual estimated production <sup>c</sup> (ton)	Estimated availability <sup>d</sup> (ton)
2010	327 191	17 178	36 859	940
2011	339 350	17 816	37 714	962
2012	351 582	18 458	38 568	983
2013	363 885	19 104	39 422	1 005
2014	376 260	19 754	40 277	1 027
2015	388 707	20 407	41 131	1 049
2016	401 226	21 064	41 986	1 071
2017	413 818	21 725	42 840	1 092
2018	426 481	22 390	43 694	1 114
2019	439 216	23 059	44 549	1 136
2020	452 024	23 731	45 403	1 158
average	364 557	19 139	39 422	1 005
SD	55 186	2 897	3 821	97

<sup>a</sup>Estimated using the function  $-14007.6 + 9889.8x - 39.02x^2$ ;  $r^2 = 0.931$ ; <sup>b</sup>70% of the production is destined to processing, remainder index of extraction 0.15 and actual annual demand of 50%; <sup>c</sup>estimated using function  $-1680374.4 + 854.3x$ ,  $r^2 = 0.411$ ; <sup>d</sup>20% is not assigned to processing, remainder index of extraction 0.265 and actual annual demand of 50%

imported supplies, like Arrocera de Occidente that imports 40% of the supply it processes and SESAJAL since its import volumes reach 90%; and *b*) volumes of national origin supplies, which do not have an important impact on the regional production volume, hence, to make a prediction based on the obtained information would not be of significance.

***Factors that affect the availability of identified by-products or remainders.***

The season of the year influences over the availability of the identified nontraditional ingredients. According to the surveys applied, the factor that affects the most is the rainy season, which is associated with abundance and great forage availability, which in turn causes a decrease in the demand of by-products and

ción de brócoli y coliflor para los siguientes diez años (2010-2019) tendrá un crecimiento anual promedio de 3.1% para el brócoli y 2.2% para la coliflor, por lo que se espera que la generación de desperdicios de ambos insumos se eleve en la misma proporción.

Con base en los datos obtenidos de las encuestas, no fue posible calcular la disponibilidad futura de los demás ingredientes no tradicionales identificados. Pero debido a que la mayoría de éstos se generan durante el proceso de obtención de productos de consumo humano de uso cotidiano, como harina de trigo, arroz, edulcorantes y almidones, aceites comestibles, bebidas alcohólicas y alimento procesado para bebé, entre otros, se puede esperar que, en un escenario favorable, la producción de dichas empresas se incremente y con ello la generación de los subproductos y desechos.

remainders, since these resources are mainly used in feeding of ruminants.

Other important factor is crop cycle, especially in regard to broccoli and cauliflower remainders, since in Mexico the cycle autumn-winter is the most productive for broccoli in comparison to spring-summer cycle. In the 2000-2005 period, during the autumn cycle an average annual production of 139 841 tons produced was recorded, that is, 15.4% greater in comparison with the spring-summer cycle, with a 14 ton/ha yield, that is 14.7% greater. In regard to cauliflower, the opposite happens; for 2000-2005 period, the spring-summer cycle was 5% more efficient with an average annual yield of 20 tons/ha and 30% greater production volume, equivalent to 36 256 annual tons, in average, with respect to the autumn-winter cycle.<sup>20</sup> This result will influence mainly in the total volume processed, therefore, on the quantity of remainders generated.

The avocado remainder availability through the year is limited by the harvest season, since it is only harvested from October to May and it is processed by Congeladora y Empacadora Nacional, S.A. de C.V.; in consequence the remainders are not available from June to September.

The demand of by-products derived from oleaginous processing, such as safflower, canola and especially sesame meal, is affected by price variation of soybean meal. Since these by-products have similar characteristics in their composition, therefore, with the intention to keep and offer them as an advantageous option, producers try to fix the price of their by-products below the price of soybean meal.

#### *By-products and remainder characteristics that could limit their use as feed.*

With some exceptions, there is lack of sufficient information on the chemical and nutrimental composition of identified by-products and remainders, hence at this moment their use is very limited, at least in monogastric animals.

It is known that rice husk has high fiber content, in ruminant tables<sup>20</sup> rice husk has 68.7% of NDF and only 12% of the total digestible nutrients. Also, it can contain around 24% of silica and inorganic impurities (ashes),<sup>21</sup> besides possessing abrasive and resistant to digestion and fermentation characteristics; therefore, its use has been limited due to its low digestibility.

Due to their origin, broccoli and cauliflower remainders, while being composed of stems, trunks and leaves, a high quantity of fiber per dry matter unit is expected to be present, but taking into account that as fresh vegetable remainders, they have great contents of humidity, 112.7 and 83.9 g/kg of dry matter

Dos factores impidieron que se estimara la disponibilidad futura del resto de los subproductos o desechos identificados: a) elevados volúmenes de importación de la materia prima, como Arrocería de Occidente, que importa 40% del insumo que procesa y SESAJAL pues sus volúmenes de importación alcanzan 90%; y b) volúmenes utilizados de materia prima de origen nacional, que no tienen un impacto importante sobre el volumen de producción regional, por lo que hacer una predicción con base en la información obtenida no sería significativo.

#### *Factores que afectan la disponibilidad de los subproductos o desechos identificados*

La época del año influye sobre la disponibilidad de los ingredientes no tradicionales identificados. Según las encuestas aplicadas, el factor que más influye es la temporada de lluvias, que se relaciona con la abundancia y gran disponibilidad de forrajes, lo cual ocasiona que la demanda de los subproductos y desechos se reduzca, debido a que estos recursos son usados principalmente en la alimentación de rumiantes.

Otro factor importante es el ciclo de cultivo, especialmente en lo que se refiere a los desechos de brócoli y coliflor, ya que en México el ciclo otoño-invierno es más productivo para el brócoli en comparación con el ciclo primavera-verano. En el periodo 2000-2005, durante el ciclo otoño-invierno hubo una producción anual promedio de 139 841 ton producidas, o sea 15.4% mayor en comparación con el ciclo primavera-verano, con rendimiento de 14 ton/ha, es decir 14.7% mayor. En cuanto a la coliflor, sucede lo contrario; para el periodo 2000-2005, el ciclo primavera-verano fue 5% más eficiente con un rendimiento anual promedio de 20 ton/ha y volumen de producción 30% mayor, equivalente a 36 256 ton anuales, en promedio, con respecto al ciclo otoño-invierno.<sup>20</sup> Este resultado influirá principalmente en el volumen total que se procesa y, por tanto, sobre la cantidad de desperdicio generado.

La disponibilidad del desperdicio de aguacate a través del año está delimitada por la época de cosecha, ya que sólo de octubre a mayo se recolecta éste y es procesado por la empresa Congeladora y Empacadora Nacional, S. A. de C. V.; en consecuencia, de junio a septiembre no está disponible el desecho.

La demanda de los subproductos derivados del procesamiento de oleaginosas, como las pastas de cártamo, canola y en especial de ajonjolí, se ve afectada por la variación en el precio en el mercado de la pasta de soya. Debido a que estos subproductos presentan características similares en su composición, con el propósito de mantenerlos y ofrecerlos como una opción ventajosa, los productores tratan de fijar

for broccoli and cauliflower,<sup>22</sup> respectively, which can carry problems for their handling, stocking and conservation.

Of the available remainders with less apparent potential as feed for sows, the “nejayote” is one of them, which even though there is no exact composition, it can contain corn soluble elements, great quantities of lime and sulphur compounds (added during the process), all which is diluted in water,<sup>23</sup> therefore, it is not expected to contain nutriment or fiber in great quantities. Likewise, the avocado remainder, by being composed of peels and seeds, it is expected very little as feed by being limited in nutriment, besides it constitutes a difficult remainder to handle due to its physical characteristics.

## Conclusions

There is a great variety of agro-industrial by-products and remainders generated in the Bajío region. Some of them have great demand and are used the animal feed industry. Among the most used by-products wheat and corn stand out, as well as canola and safflower meal.

The nontraditional ingredients available identified, with a good nutriment and fiber contribution are toast sesame meal, broccoli and cauliflower remainders.

Although many of the identified by-products are generated in high quantities and presumably have considerable fiber contribution, before recommending their use in sow feeding as nontraditional ingredients, it is necessary to generate information on their bromatological and nutritional characteristics for their correct use. Especially, the dietary fiber characteristics that each one contains and the study of the impact of these ingredients' inclusion on digestibility of dietary nutriment and their impact on the sow's production

These last points will be approached in the second stage of this experimental work and the results will be published as soon as possible to complement this information.

## Referencias

1. SIACON [2006]. Sistema de información Agroalimentaria y Pecuaria, SAGARPA. [ Actualizado: 2007 abril] [Citado: 2007 diciembre 15] Disponible en: [www.sagarpa.gob.mx/siacon](http://www.sagarpa.gob.mx/siacon)
2. SCHOIJET GM. Población y producción de alimentos. Tendencias recientes. Desarrollo 2005; 36: 95-205.
3. VAREL VH, YEN JT. Microbial Perspective on Fiber Utilization by Swine. J Anim Sci 1997; 75: 2715.
4. GARCÍA C, GONZÁLEZ J, ESCOBAR A. Efectos del nivel de incorporación del follaje deshidratado de

el precio de sus subproductos por debajo del precio de la pasta de soya.

## *Características de los subproductos y desechos que pudieran limitar su uso como alimento*

Con algunas excepciones, se carece de información suficiente sobre la composición química y nutrimental de los subproductos y desechos identificados, por lo que su uso en estos momentos es muy limitado, al menos en animales monogástricos.

Se sabe que la cascarilla de arroz tiene un alto contenido de fibra, en tablas para rumiantes<sup>20</sup> la cascarilla de arroz contiene 68.7% de FDN y sólo 12% del total de nutrimentos digestibles. Además, también puede contener alrededor de 24% de sílice e impurezas inorgánicas (cenizas),<sup>21</sup> además de que posee características abrasivas y resistentes a la digestión y fermentación, por lo que se ha limitado su uso debido a baja digestibilidad.

Por su origen, los desechos de brócoli y coliflor, al estar compuestos de tallos, troncos y hojas, se espera que aporten alta cantidad de fibra por unidad de materia seca, pero se debe tener en cuenta que al ser un desecho de vegetales frescos, éstos presentan importante contenido de humedad, 112.7 y 83.9 g/kg de materia seca para el brócoli y la coliflor,<sup>22</sup> respectivamente, lo que puede acarrear problemas para su manejo, almacenamiento y conservación.

De los desechos disponibles con menos potencial aparente como alimento para cerdas son el “nejayote”, el cual, a pesar de que no se cuenta con la composición exacta, puede contener elementos solubilizados del maíz, grandes cantidades de cal y compuestos azufrados (que son añadidos durante el proceso), todo lo cual se diluye con agua,<sup>23</sup> por lo que no se espera que contenga nutrimentos o fibra en cantidades importantes. De la misma forma, del desecho de aguacate, al estar compuesto por la cáscara y semilla, se espera poco de él como alimento por estar limitado en nutrimentos, además de que constituye un desecho difícil de manejar debido a sus características físicas.

## Conclusiones

En la zona del Bajío mexicano existe gran variedad de subproductos y desechos agroindustriales. Algunos de ellos tienen gran demanda y son utilizados en la alimentación de animales en producción. Entre los subproductos más utilizados destacan los subproductos del trigo y del maíz, así como las pastas de canola y de cártamo.

Los ingredientes no tradicionales identificados disponibles y que se espera tengan buen aporte de nutri-



- batata (*Ipomoea batatas*) en raciones para cerdas gestantes y lactantes sobre el comportamiento productivo y reproductivo. Arch Latinoam Prod Anim 1997; 5 (Supl 1): 285-287.
5. CORZO M, SALGADO V, BRAVO M, ROMÁN R. Efecto de diferentes niveles de restricción de alimento balanceado sobre el consumo de Auyama (*Cucurbita maxima*) y el comportamiento productivo en cerdos en la etapa de engorde. Rev Cient 2004; 14: 419-423.
  6. LÓPEZ JL, MÉNDEZ L. Sustitución del pienso B de ceba por subproductos y derivados de la industria azucarera en la alimentación de cerdos en crecimiento. Rev Prod Anim 2002; 14: 14-16.
  7. LÓPEZ N, CHICCO C, GODOY S. Valor nutritivo del afrecho y germen desgrasado de maíz en la alimentación de cerdos. Zootecnia Trop 2003; 2: 219-235.
  8. SANTOMA G. ¿Máximo de fibra en cerdos en cebo? Factores que influyen sobre el rendimiento de canal. Avances en nutrición y alimentación animal. XIII curso de especialización FEDNA; 2007 noviembre 6-7; Madrid, España. Madrid, España: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2007: 100-131.
  9. KYRIAZAKIS I, WHITTEMORE CT. Whittemore's Science and Practice of Pig Production. 3ª ed. Oxford, Ox, UK: Blackwell publishing, 2006.
  10. LE GOFF G, VAN MILGEN J, NOBLET J. Influence of dietary fiber on digestive utilization and rate of passage in growing pigs, finishing pigs and adult sows. Anim Sci 2002; 74: 503-515.
  11. RAMOMET Y, MEURNIER-SALAÛN MC, DOURMAND JY. High-Fiber diets in pregnant sows: Digestive Utilization and effects on the behavior of the animals. J Anim Sci 1999; 77:591-599.
  12. NRC. Nutrients Requirements of Swine. 10th revised. Washington DC: National Research Council, 1998.
  13. RAMONET Y, ROBERT S, AUMAÎTRE A, DOURMAND JY, MEUNIER-SALAÛN MC. Influence of the nature of dietary fiber on digestive utilization, some metabolite and hormone profiles and the behaviour of pregnant sows. J Anim Sci 2000, 70:275-286.
  14. NOVLET J, DOURMAD JY, ETIENE M. Energy utilization in pregnant and lactating sows: Modeling of energy requirements. J Anim Sci 1990; 68:562-572.
  15. VIEULLE-THOMAS C, LE PAPE G, SIGNORET JP. Stereotypes in pregnant sows: indications of influence of the housing system on the patterns expressed by the animals. Appl Anim Behav Sci 1995; 44: 19-27.
- mentos y fibra son pasta de ajonjolí tostada, desecho de brócoli y desecho de coliflor.
- Aunque muchos de los subproductos identificados son generados en cantidades elevadas y presumiblemente tienen aportes de fibra considerables, antes de recomendar su uso como ingredientes no tradicionales, es necesario generar la información de sus características bromatológicas y nutritivas para la correcta utilización de cada uno de esos ingredientes. En especial, las características de la fibra dietaria que contiene cada uno de ellos, además de que estudia el impacto de la inclusión de estos ingredientes sobre la digestibilidad de los nutrimentos de la dieta y su impacto sobre la producción de la cerda.
- Estos últimos puntos se abordarán en la segunda etapa de este trabajo experimental y los resultados serán publicados a la brevedad posible para complementar la información contenida en el presente artículo.
- 
16. RENTERIA-FLORES JA, JOHNSON LJ, SHURSON GC, MOSER RL, WEBEL SK. Effect of soluble and insoluble dietary fiber on embryo survival and sow performance. J Anim Sci 2008; 86:2576-2584.
  17. ROBERT S, BERGERON E, FARMER C, MEURNIER-SALAÛN MC. Does the Number of Daily Meals Affect Feeding Motivation and Behavior of Gilts Feed High-Fibre Diets? Appl Anim Behav Sci 2002; 76: 105-117.
  18. BACH KNUDSEN KE. The nutritional significance of "dietary fiber" analysis. Anim Feed Sci Technol 200; 90:3-20.
  19. ZÁRATE S. Métodos estadísticos. Un enfoque interdisciplinario. México DF: Trillas, 1990.
  20. NRC. Beef Cattle. 7th ed. Washington DC: National Research Council, 1996.
  21. TREVIÑO CB, GÓMEZ FI. Obtención y caracterización de carburo y nitruro de silicio a partir de cascari-lla de arroz. Ingenierías 2003;6: 21-27.
  22. BOURQUIN LD, TITGEMEYER EC, FAHEY GC. Vegetable fiber fermentation by human fecal bacteria: cell wall polysaccharide disappearance and fermentation and water-holding capacity of unfermented residues. J Nutr 1993; 123:860-869.
  23. BELLO PL, OSORIO DP, AGAMA AE, NÚÑEZ SC, PAREDES LO. Propiedades químicas, físicas y reológicas de masas y harinas de maíz nixtamalizado. Agrociencia 2002; 36: 319-328