

Diseño, implementación y evaluación de un modelo de producción de alimentos balanceados integrado a la docencia e investigación en la Universidad de La Salle

Sergio René Castiblanco Salas* / Abelardo Conde Pulgarín**
Liliana Betancourt López***

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue diseñar, implementar y evaluar un modelo para dinamizar la producción de concentrados para animales en la Universidad de La Salle integrando la docencia y la investigación. Se concertó con los estamentos de la Universidad un modelo productivo que permitió la participación de estudiantes e investigadores y se procedió a implementarlo progresivamente. Como resultado se adecuó y reactivó la planta de concentrados de San Miguel, y con la participación de los estudiantes de Nutrición y Alimentación, se diseñaron, elaboraron y evaluaron dietas para ponedoras, novillas y vacas. Se definieron procesos administrativos para el manejo de la planta incluido el de control de calidad y se probó la eficiencia biológica de las raciones. La investigación sirvió de soporte para tres trabajos de grado: dos orientados a obtener alimentos funcionales tales como huevos con omega 3 y con Selenio

los cuales ya se ofrecen al mercado local por parte de la Universidad. El tercero desarrolló la validación del Modelo de Cornell de simulación de la digestión y metabolismo animal de los recursos alimenticios tropicales como nueva herramienta en la optimización de los sistemas de alimentación bovina tropical. Se concluyó que la producción de balanceados en la Universidad de La Salle no sólo es una actividad técnica y económicamente viable sino que se justifica por su aporte como espacio académico y como medio de apoyo para múltiples investigaciones.

Palabras clave: concentrados, fabricación, modelo de Cornell, alimentos funcionales.

* Zootecnista Esp. Mercadeo Universidad de La Salle. Docente de la Universidad de La Salle. Correo electrónico: secastiblanco@lasalle.edu.co

** Zootecnista Universidad Nacional. Docente de la Universidad de La Salle. Correo electrónico: aconde@lasalle.edu.co

*** Zootecnista Docente de la Universidad de La Salle. M.S. Nutrición Animal. Correo electrónico: ibetancourt@lasalle.edu.co

Fecha recepción: de noviembre de 2006

Fecha aprobación: de octubre de 2007

DESIGN, IMPLEMENTATION AND ASSESSMENT OF A MODEL OF BALANCED ANIMAL FOOD PRODUCTION INTEGRATED TO TEACHING AND RESEARCH IN LA SALLE UNIVERSITY

ABSTRACT

The objective of this research was to design, implement and assess a model to promote the balanced animal food production in La Salle University, integrating teaching and research. A productive model was made to allow students and investigators participation and was progressively implemented. As result the San Miguel balanced animal food plant was adapted and reactivated. With the participation of the students of Nutrition and Feeding, diets for hen, heifers, and milking cows were designed, elaborated and evaluated. Administrative processes to manage the plant, including the quality control were defined and the biological efficiency of the prepared rations was proved. The investigation

was the basis for three degree projects, two of them oriented to obtain functional foods such as eggs with Omega 3 and Selenium which are already offered to the local market by the University. The third one developed the Cornell Model validation of the digestion simulation and animal metabolism of the tropical nutritional resources as a new tool to improve the tropical feeding systems. As a conclusion, the balanced animal food production in the University of La Salle is a technically and economically viable activity and it is justified by its contribution as an academic space and means of support for multiple researches.

Key words: balanced animal food, fabrication, Cornell model, functional food.

INTRODUCCIÓN

Aunque la Universidad de La Salle cuenta con la maquinaria, los recursos humanos y la infraestructura necesaria para producir alimentos balanceados, compra alimentos de marca para suministrarlos a los animales que se encuentran en los diferentes Centros de Investigación y Capacitación, CIC. Esta investigación sugiere que los recursos mencionados sean utilizados en el proceso productivo y que, al mismo tiempo, se genere un espacio académico para los estudiantes de la Universidad. El objetivo de la investigación fue diseñar, implementar y evaluar un modelo de producción de alimentos balanceados integrado a la docencia e investigación en la Universidad de La Salle.

El método de investigación consistió en desarrollar y concertar un modelo para la fabricación de alimentos balanceados, para luego iniciar la producción de balanceados para animales que fueron suministrados a los animales que se encuentran en los CIC bajo condiciones controladas con lo cual se pudo demostrar su eficiencia de campo.

Se adelantó el proceso de cotización, compra, transporte y almacenamiento de las materias primas, se tomaron las muestras para control de calidad, se formuló a mínimo costo y se fabricaron lotes de alimento que se suministraron en los CIC de la Universidad. En los espacios académicos de Nutrición Animal Aplicada y de Alimentación de IV y V semestre de la Facultad de Zootecnia, respectivamente, se diseñó e implementó la metodología de investigación formativa en la cual los estudiantes realizaron el diagnóstico de la explotación en la cual se utilizarían los alimentos balanceados, fabricaron las raciones y realizaron los ensayos respectivos.

Los resultados obtenidos fueron el diseño de un modelo aplicable en la producción de alimentos balanceados en la Universidad de La Salle, la integración

entre la administración la docencia y la investigación, concretamente con la generación de tres trabajos de grado que lanzaron productos novedosos para el mercado, como huevos enriquecidos con Selenio, huevos enriquecidos con Selenio y con ácidos grasos Omega 3. Para el caso de rumiantes se implementó en el laboratorio de nutrición un nuevo sistema de evaluación de recursos alimenticios, conocido como Sistema de Proteínas y de Carbohidratos Netos de Cornell. Estos resultados impulsaron la actividad productiva, académica, docente e investigativa en la Universidad.

En conclusión, el funcionamiento de la infraestructura existente además de ser viable técnica y económicamente genera beneficios para la actividad académica, docente e investigativa al convertirse en un espacio académico del cual pocas universidades pueden disfrutar. Quedó demostrada la calidad de los alimentos fabricados tanto a nivel de laboratorio como a nivel de campo y la posibilidad real de producir a mayor escala los concentrados que requieren los animales de la Universidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con la Vicerrectoría Administrativa se diseñaron los procedimientos para garantizar el suministro de las materias primas requeridos. Se diseñaron las estrategias de integración de la docencia con el área administrativa. Se buscó la permanente actividad de los estudiantes en la elaboración de dietas, pruebas de campo y de control de calidad, y el análisis técnico y económico de los alimentos desarrollados en el modelo.

La implementación inició adecuando la planta, definiendo las áreas y adquiriendo implementos tales como estibas. Con el Departamento de Compras se acordaron los procedimientos para la compra de materias primas y se fijaron los mecanismos de control de inventarios. También se aplicaron las estrategias

de integración de la docencia y la investigación en el proceso productivo de la planta. Las dietas se diseñaron aplicando programación lineal para obtener mínimo costo. La producción fue entregada a los CIC con la consecuente disminución parcial de las compras de los concentrados comerciales.

Se diseñó un programa de control de calidad articulado a la docencia de la Facultad de Zootecnia e involucrando en el modelo el laboratorio de Nutrición Animal. Se diseñaron y ejecutaron diferentes pruebas de campo para concentrado de vacas de leche, para levante de novillas y para aves en postura. Para llevar a cabo estas pruebas de campo se estructuraron tres trabajos de grado de estudiantes de la Facultad de Zootecnia y se implementaron metodologías de investigación formativa en aula, talleres y estudio de casos en tres de las asignaturas del programa de Zootecnia.

Para evaluar el impacto del modelo sobre los CIC se comparó el costo de los alimentos y su eficiencia productiva. Para evaluar el impacto sobre las unidades de capacitación se analizaron las asignaturas y número de estudiantes involucrados en los procesos de diseño, elaboración y pruebas de control de calidad de los alimentos, y el desarrollo de conceptos y habilidad en el manejo de sistemas de alimentación en las especies de trabajo. El componente investigativo en el área de nutrición en rumiantes se orientó a la implementación del modelo CNCPS, en trópico alto, a través de la caracterización de los recursos forrajeros, y la validación del modelo de simulación de la digestión.

RESULTADOS

DISEÑO DEL MODELO PRODUCTIVO DE ALIMENTOS BALANCEADOS

Se tomó como punto de partida el proceso de fabricación de los alimentos balanceados dejando cubiertos

todos los aspectos técnicos. Se analizaron las funciones administrativas que dan soporte al proceso de fabricación analizando comparativamente la estructura de la Universidad para señalar los cargos que de manera idónea pudieran prestar su concurso.

La Figura 1 presenta en una secuencia los aspectos técnicos y administrativos necesarios para la elaboración de los alimentos balanceados, desde la búsqueda y selección de proveedores hasta el desarrollo de nuevos productos. En la Tabla 1 se hace una correlación entre los diversos pasos del proceso y los posibles responsables que, a manera de propuesta, se integran en torno al proceso de fabricación. De la interacción entre la Figura 1 y la Tabla 1 se puede deducir la estructura general del modelo productivo para la Universidad de La Salle. A continuación se presenta un análisis detallado de cada uno de los pasos del proceso con lo cual se desarrolla el modelo.

Búsqueda y selección de proveedores: la oferta de materias primas está en manos de agricultores, acopiadores, cooperativas de productores, importadores de materias primas. También se pueden adquirir en la Bolsa Nacional Agropecuaria. La búsqueda de proveedores es una tarea recurrente que debe ser realizada por el Administrador de los CIC en coordinación con los docentes y con el apoyo del Departamento de Almacén y Suministros.

Inscripción a proveedores: es una gestión contraria a los procedimientos habituales establecidos por la Vicerrectoría Administrativa de la Universidad de La Salle, la que como norma general exige que el proveedor se inscriba como tal ante la oficina de compras, por lo tanto esta inscripción no se realizó. Este paso lo puede cumplir el Departamento de Almacén y Suministros de la Universidad.

Cotizaciones: la Secretaria del Administrador de los CIC solicita telefónicamente a los proveedores las cotizaciones de las materias primas, que son analiza-

das por el Administrador de los CIC quien las pasará al Departamento de Compras y Suministros. Las cotizaciones son comunicados también a los docentes encargados de la formulación.

Presupuesto de producción: el administrador de los CIC aporta el presupuesto de concentrados necesario para alimentar durante un mes los animales de la Universidad de La Salle. Se requiere producir en promedio 20 toneladas de alimentos balanceados para animales (Castiblanco *et al.*, 2006).

Formulación: los docentes de nutrición de la Facultad de Zootecnia considerando los precios, el inventario de materias primas y las necesidades de alimentos balanceados, formulan a mínimo costo las diferentes dietas. En esta actividad participan directamente los estudiantes de los espacios académicos de nutrición y alimentación animal de la Facultad de Zootecnia.

Orden de compra de materias primas: el Departamento de Almacén y Suministros, previa solicitud escrita del administrador de los CIC, genera la orden de compra mensual de materias primas para la fabricación de los alimentos balanceados.

Trasporte de las materias primas: una vez emitida la orden de compra y coordinada la entrega con la empresa proveedora, el administrador de los CIC coordina con Servicios Generales la recepción de las materias primas en las bodegas del proveedor y el transporte de las mismas hasta el CIC San Miguel.

Recibo de las materias primas: el operario técnico de planta descarga el camión en la bodega del CIC San Miguel, previo alistamiento de la bodega, e inventario general. Identifica cada materia prima con marcas visibles y establece el número de bultos y el peso total que ingresa por materia prima. Durante la recepción se toman muestras de 1 Kg cada una, en bolsas de papel craft, la cuales son remitidas al Laboratorio de Nutrición.

Molienda, mezcla, empaque: para cada lote de alimento el administrador entrega al operario la fórmula en la que se especifican las cantidades de cada materia prima, las cuales se pesan en la báscula. Las materias primas que requieran ser molidas se someten a ese proceso, luego de lo cual pasan a la tolva mezcladora. Las materias primas que no requieren ser molidas son suministradas directamente a la mezcladora. Una vez adicionados los ingredientes se inicia el tiempo de mezclado (de 10 minutos), luego del cual se inicia el empaque. Del producto terminado se toman muestras. El producto se empaqueta en lonas de polipropileno de 40 Kg. Una vez cosidos los bultos pasan a la zona de almacenamiento. El operario reporta el peso y número de bultos de cada lote producido.

FIGURA 1. PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS

BALANCEADOS

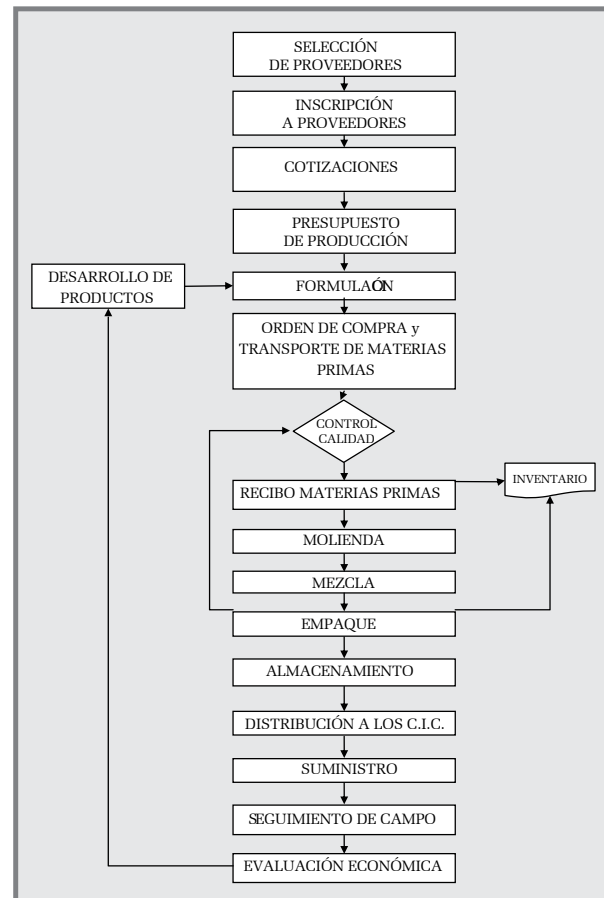


TABLA 1. PROPUESTA PARA LA INTEGRACIÓN DE FUNCIONES EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS EN LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE

PROCESO	RESPONSABLES
Búsqueda y selección de proveedores	Docentes y Administrador Fincas
Inscripción a proveedores	Dpto. de Almacén y Suministros
Cotizaciones	Secretaria Administrador Fincas
Presupuesto de producción	Administrador Fincas
Formulación	Docentes – Estudiantes
Orden de Compra	Dpto. de Almacén y Suministros
Transporte de materias primas	Servicios Generales
Recibo de materias primas	Operario técnico de planta
Molienda, mezcla, empaque	Operario técnico de planta Supervisión: Administrador y docentes
Almacenamiento e inventarios	Operario técnico de planta
Distribución a los CIC	Administrador Fincas
Suministro	Operarios en CIC
Control de calidad materias primas y producto terminado	Laboratorio de nutrición, laboratorio de microbiología
Seguimiento de campo y evaluación	Administrador, estudiantes, docentes
Desarrollo de nuevos productos	Docentes y estudiantes

Almacenamiento: la zona de almacenamiento debe permanecer en perfecto estado de aseo y bajo un manejo integrado de plagas con énfasis en el control de roedores.

Distribución, suministro y seguimiento de campo: el Administrador de los CIC ordena semanalmente el traslado de los lotes producidos. Este traslado se realiza en el camión de la Universidad de La Salle. Se registra la salida de cada lote en el formato correspondiente el cual es diligenciado también en el CIC donde se recibe, dejando constancia de su entrega a satisfacción. Este comprobante es devuelto por el transportador a la unidad de producción de alimento

balanceado. Ya que el modelo contempla la integración de la docencia al proceso productivo se propusieron las siguientes estrategias para cumplir con ese propósito: los estudiantes de los espacios académicos de nutrición, alimentación animal y administración de empresas agropecuarias, participan activamente desde la cotización de las materias primas, el diseño y la fabricación de las dietas, el seguimiento de campo, y los análisis de laboratorio.

IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO PRODUCTIVO

Se solicitó la participación del Asistente de la Vicerrectoría Administrativa para impartir a los res-

ponsables las orientaciones de acción necesarias. La Vicerrectoría consideró que se debía terminar el proyecto para tomar las determinaciones del caso. Los investigadores asumieron integralmente la implementación del modelo productivo. Los resultados de la implementación del modelo realizado de esta manera fueron:

Búsqueda y selección de proveedores: se buscaron los proveedores que ofrecieran mayores garantías de calidad y precio. Dada la incompatibilidad de las condiciones de venta de las empresas importadoras con las de compra de la Universidad de La Salle, las compras se realizaron a través de una empresa intermediaria lo que causó un incremento en los costos del orden de 27%. Con excepción de Biovet y Carlos Barreto, los proveedores venden las materias primas al contado y entregan la mercancía en sus bodegas.

Inscripción a proveedores: este paso no se llevó a cabo por incompatibilidad en las condiciones de compras.

Cotizaciones: se solicitaron las cotizaciones y fueron entregadas al Departamento de Compras y Suministros, y se realizaron las compras. Los precios se digitaron en el computador para formular a mínimo costo. Se adquirieron cuatro lotes de materia prima por un total de 20 toneladas las cuales fueron transformadas en concentrados para gallinas ponedoras, vacas en producción, novillas de levante.

Presupuesto de producción: la producción de los alimentos concentrados se realizó para atender las necesidades de los ensayos de campo correspondientes a las tesis de grado generadas por el proyecto mismo. Por su parte la Vicerrectoría Académica fijó un presupuesto de compras de materias primas con cargo a los CIC por etapas del proyecto. Este presupuesto fue aprobado con cargo a los CIC.

Formulación: una de las dieta elaboradas para ponedoras fue a base de maíz, soya integral, salvado de trigo, torta de soya, aceite vegetal, carbonato, fosfato, sal, metionina, cloruro de colina y enriquecida con Selenio, con 2800 Kcal/Kg, de energía metabolizable y 17% de proteína con un costo de \$930 por kilo.

La dieta para novilas contenía 14% de proteína, 1.670 Kcal / Kg. y tuvo un costo de \$615 / Kg los ingredientes fueron maíz amarillo, fríjol soya, harina de arroz, carbonato de calcio, torta de palmiste, semilla de algodón, melaza, salvado de trigo, premezcla vitamínica y mineral y sal industrial.

La dieta para vacas en producción contenía 15% de proteína, 1.691 Mcal/Kg y tuvo un costo de \$632/Kg. Los ingredientes utilizados fueron maíz amarillo, fríjol soya, harina de arroz, carbonato de calcio, torta de palmiste, semilla de algodón, melaza, salvado de trigo, premezcla vitamínica y mineral, sal industrial y Selenio.

Orden de compra de materias primas: el Departamento de Almacén y Suministros, por solicitud de los investigadores, generó las órdenes de compras de materias primas para la fabricación de los alimentos balanceados. La orden de compra se entregó directamente a Carlos Barreto que fue el único proveedor que aceptó las condiciones de compra de la Universidad de La Salle.

Trasporte de las materias primas: se solicitó a Servicios Generales el camión de la Universidad el cual fue asignado para esta tarea dentro de los espacios para Fincas. Una dificultad presentada se debió a la insuficiente capacidad y disponibilidad del camión de la Universidad. La demora en el cargue también dificultó el proceso. En al menos una oportunidad se contrató el flete.

Recibo de las materias primas: con la colaboración del personal del CIC San Miguel y del conductor se descargó el camión, previo aseo general de la bodega. Cada materia prima se identificó con marcas visibles sobre los bultos. Los bultos se contaron pero no se pesaron y, en general, el inventario se llevó por número de bultos y no por Kg. El inventario de materias primas se mantuvo actualizado como medida de control. Durante la recepción de las materias primas se tomaron muestras de 1 Kg cada una, en bolsas de papel craft, la cuales fueron remitidas al Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Zootecnia para cumplir con el programa de control de calidad.

Molienda, mezcla, empaque: los investigadores con apoyo de los estudiantes de la Facultad de Zootecnia tuvieron a su cargo la elaboración de los alimentos balanceados, integrando de este modo la docencia

al modelo productivo. Para desarrollar este proceso se llevaron a cabo las tareas señaladas en el modelo. Los investigadores tomaron nota del peso de cada lote producido e informaron por escrito al Administrador de los CIC para trasladar oportunamente estos alimentos al sitio donde se utilizarían. En este paso se presentaron demoras. Los lotes elaborados fueron de 400 Kg. También se dificultó la mezcla de la melaza y del aceite pues como no existe un aditamento mecánico, se mezclaron a mano operación que demora notablemente el proceso. Durante el proyecto se elaboraron 20 toneladas de alimento balanceado para las diferentes especies según se observa en la Tabla 2.

Almacenamiento: la zona de almacenamiento permaneció en buen estado de aseo, pero la presencia de roedores se incrementó. El producto no se mojó pero su traslado se demoró en varias oportunidades.

TABLA 2. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN SEGÚN TIPO DE ALIMENTO

TIPO DE ALIMENTO	VOLUMEN PRODUCIDO	DESTINO
Ponedoras Selenio	7 Ton	CIC San Miguel
Ponedoras Omega 3	8 Ton	CIC San Miguel
Vacas en lactancia	3 Ton	CIC Santamaría
Novillas	2 Ton	CIC Santamaría

Distribución, suministro y seguimiento de campo: el traslado se realizó en el camión de la Universidad de La Salle. Los concentrados entregados al CIC Santamaría fueron suministrados por los encargados. Los concentrados entregados al CIC San Miguel fueron suministrados a los animales por los tesisistas, lo cual permitió mayor control.

Definición de las áreas de la planta y mantenimiento de la maquinaria: se definieron áreas de recibo de materias primas, área de pesaje, área de molido, área de empaque y área de almacenamiento (Figura 2). Se hizo un mantenimiento a la mezcladora pero el componente eléctrico del molino presentó problemas recurrentes durante la ejecución del

proyecto. Posteriormente, el problema fue superado revisando las redes eléctricas. Entre las áreas de la planta entre las cuales tenemos: área de almacenamiento de materias primas, área de pesaje, área de molienda, área de mezclado, área de empaque, área de almacenamiento.

Integración de la docencia y la investigación al proceso productivo: la estrategia diseñada para integrar la docencia al proceso productivo consistió en poner al servicio de la docencia la infraestructura existente. Concretamente en las cátedras de nutrición y alimentación de la Facultad de Zootecnia, los estudiantes participaron en todo el proceso de fabricación de los alimentos balanceados, incluidas las labores

de solicitar las cotizaciones, diseñar las dietas y elaborar los alimentos balanceados en la planta. Es así como se realizaron cerca de 20 desplazamientos de grupos de estudiantes a la planta para fabricar los concentrados.

La estrategia diseñada para integrar la investigación al proceso productivo consistió en proponer trabajos de grado a los estudiantes de la facultad en donde se involucrara el componente nutricional y en consecuencia el diseño de experimentos en los que se aplicaran dietas con variaciones nutricionales.

REEMPLAZO DE LA COMPRA DE ALIMENTOS BALANCEADOS

La Vicerrectoría Administrativa decidió esperar los resultados finales de este trabajo y sus recomendaciones antes de implantar la producción de alimentos balanceados como una rutina del CIC San Miguel y con destino a reemplazar el 100% del concentrado de marca que se compra aún en la actualidad. Por esta razón, los trabajos realizados no reemplazaron en un porcentaje significativo las compras de alimento de marca. Tomando en cuenta el período de la investigación que fue 18 meses, la Universidad de La Salle adquirió 360 toneladas de alimento en ese período cifra frente a la cual las 20 toneladas fabricadas representan tan sólo un 5,5%.

Materias primas: los análisis para las materias primas fueron: materia seca, cenizas por incineración total, proteína total por el método de Kjendahl, grasa método de Soxhlet y fibra cruda por digestión ácida y alcalina. Para la torta de soya y fríjol soya se determinó actividad ureásica, para evaluar el nivel de cocción de la materia prima y determinar la presencia de factores antinutricionales (cruda) o quemado de la misma (sobre cocida).

Para el caso de la proteína, los valores reportados en las materias primas evaluadas con excepción del sal-

vado de trigo los niveles fueron adecuados. Leeson y cols. (2000) reportan valores normales de proteína para el salvado de trigo de 15,8%, valores muy superiores a los reportados por las materias primas 7,8%. En cuanto a la fibra cruda el valor encontrado en el salvado de trigo está de acuerdo con lo reportado por Leeson y cols. (2000) que señalan valores de 10,4% y FEDNA (1998), 9,5%. Los análisis de aflatoxinas fueron negativos.

Producto terminado: se realizaron los mismos análisis bromatológicos aplicados para las materias primas. En la Tabla 3 se muestran los resultados de producto terminado.

FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE SAN MIGUEL DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE. DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

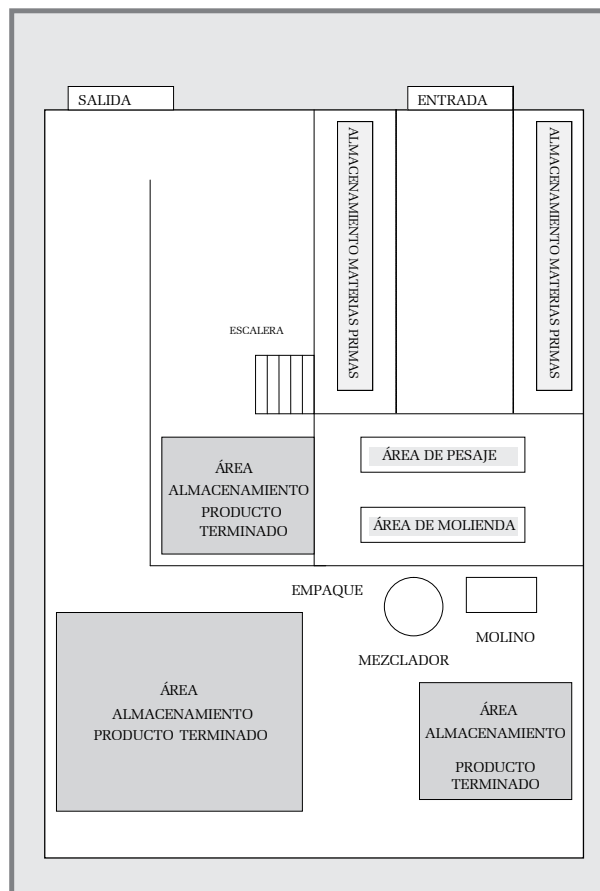


TABLA 3. RESULTADOS DE LABORATORIO DEL CONCENTRADO GANADERÍA

ANÁLISIS	RESULTADO
Materia seca	95,76
Cenizas	3,74
Extracto Etéreo	3,83
Fibra Cruda	6,76
Proteína Cruda	14,42

DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE CAMPO

Los alimentos elaborados fueron sometidos a pruebas de campo. Los ensayos que se diseñaron fueron los siguientes:

Ensayos de campo en vacas lecheras: se partió de un diagnóstico del sistema de alimentación en las vacas lecheras, realizado en el CIC Santamaría del Puyón ubicado en Sopó (Cundinamarca). Se seleccionaron 10 vacas que se encontraran en el primer tercio de lactancia para distribuir las completamente al azar en dos tratamientos: tratamiento 1 o tratamiento control, alimentadas en pastoreo y suplementadas con alimento comercial, y tratamiento dos vacas en pastoreo suplementadas con alimento concentrado en harina elaborado en la Universidad de La Salle. Las variables a evaluar fueron producción de leche, contenido de grasa, proteína y sólidos totales de la leche y recuento de células somáticas. Del ensayo se llevaron a cabo las siguientes etapas: se escogieron los animales, y se repartieron al azar en dos grupos. Se produjo el alimento y fue suministrado a las vacas. Las mediciones de producción de leche no se pudieron realizar pues en la finca no se habían instalado los medidores correspondientes.

Prueba de campo para levante de novillas de reemplazo: el ensayo consistió en escoger 10 novillas en crecimiento y distribuir las en dos tratamientos: tratamiento 1 o control, novillas en pastoreo suplementadas con alimento comercial.

Tratamiento 2 o experimental, novillas en pastoreo suplementadas con alimento balanceado elaborado en la Universidad de La Salle. Se realizarían pesajes mensuales de todos los animales durante tres meses. Esta prueba se llevó a cabo parcialmente, pues se escogieron los animales, se asignaron a los tratamientos, se hizo el alimento balanceado, pero no se realizaron los pesajes de los animales.

Pruebas de campo para ponedoras: para el caso de las ponedoras se llevaron a cabo dos experimentos. En el primero se alimentaron gallinas en postura ubicadas en el CIC San Miguel, con alimento balanceado rico en Selenio, para producir huevos enriquecidos con Selenio. El segundo ensayo también se realizó en con ponedoras en el CIC San Miguel, encaminado a producir huevos enriquecidos con Omega 3. En ambos casos el porcentaje de postura y el tamaño del huevo no resultaron afectados negativamente al cambiar del alimento comercial al alimento preparado en la Universidad.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL MODELO EN LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

La presente investigación tuvo impacto principalmente en las actividades del Centro de Investigación y Capacitación de San Miguel ubicado en el municipio del Rosal, por cuanto allí se encuentra ubicada la planta de concentrados y, al mismo tiempo, las ponedoras, sobre cuyo desempeño se avanzó con los trabajos de investigación. La producción de huevo enriquecido con Selenio y con Omega 3 resultó viable técnica y económicamente, y se ha convertido en uno de los temas que seguirá aplicándose para vender al público este alimento funcional.

Comparación de costos: en la Tabla 4 se analizan los precios de los concentrados de marca frente a los costos primos de producción.

TABLA 4. COMPARACIÓN DE LOS COSTOS DE LOS CONCENTRADOS (NOVIEMBRE, 2006)

TIPO DE ALIMENTO	COMERCIAL \$/Kg.*	UNISALE \$/Kg.**
Ponedoras	955,55	761,10
Vacas en producción	627,45	531,64
Novillas en levante	N.D.	473,55

* Precios de compra incluyen IVA 16%
** Costo total de producción incluye IVA 16%

Eficiencia productiva: el suministro de los alimentos balanceados fabricados en la Universidad de La Salle no afectó los indicadores de producción. En el caso de las ponedoras, luego del período de acostumbramiento, se sostuvo la curva de producción, el tamaño del huevo y sus características internas. Para las aves de postura entre las 52 y 57 semanas de edad, el porcentaje de producción debe ir disminuyendo progresivamente de 85 a 82% aproximadamente. El lote de gallinas alimentado con la dieta fabricada se mantuvo en 83% en esa etapa.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL MODELO EN LAS UNIDADES DE CAPACITACIÓN

Para la Facultad de Zootecnia el tener en funcionamiento la planta de concentrados de la Universidad, representó una excelente oportunidad para impulsar sus actividades académicas e investigativas. La participación de los estudiantes de las cátedras de alimentación animal, nutrición y administración en todo el proceso a través de talleres, estudios de caso, diagnósticos del estado nutricional, diseño y elaboración de dietas, fue muy satisfactoria tanto para estudiantes como para docentes.

La Tabla 5 muestra una relación de los grupos de estudiantes que participaron activamente en el desarrollo de la Investigación y las visitas que realizó cada grupo al CIC San Miguel para fabricar concentrado. En cada práctica se fabricaron entre 300 Kg y 2 Toneladas.

TABLA 5. PRÁCTICAS PARA ELABORAR CONCENTRADO CICLO I, 2006.

ESPACIO ACADÉMICO	SEMESTRE	NÚMERO ESTUDIANTES	VISITAS CIC SAN MIGUEL
Nutrición animal	IV	32	5
Alimentación	V	28	6
Administración	VI	26	3

El proyecto generó tres proyectos de grado con lo cual se integró la investigación al modelo productivo de la Universidad de La Salle. Un total de cinco estudiantes desarrollaron sus trabajos de tesis utilizando la planta de concentrados como punto de partida de sus experimentos.

DISCUSIÓN

El modelo propuesto permite el funcionamiento de la planta de concentrados ubicada en el CIC San Miguel y puede servir como guía para la operación de

otras plantas de concentrados independientemente de su ubicación. La estructura general del modelo productivo se acopla a la estructura administrativa de la Universidad de La Salle. La estructura física con que cuenta la Universidad para la fabricación de los alimentos balanceados es apropiada, así como sus recursos humanos y financieros.

Ya que la oferta de materias primas es variada y abundante la Universidad debe asignar un presupuesto para su adquisición sin que ello represente un mayor valor de los gastos de los CIC, pues finalmente estas compras reemplazan las compras de concentrados.

La escala de producción utilizada durante este estudio no permitió realizar compras de materias primas al por mayor, lo cual impide hacer una mejor apreciación de las ventajas económicas que ofrece el proyecto. Uno de los principales obstáculos encontrados para el funcionamiento del modelo es el sistema de venta de los proveedores, quienes ofrecen las materias primas para compra de contado, en tanto la Universidad acostumbra pagar a 30 días. Este fenómeno introdujo una variable que incrementó los costos de producción pues la compra de materias primas se realizó a través de un proveedor intermediario y no directamente a los proveedores mayoristas.

La fabricación de alimentos concentrados puede acoplarse a las necesidades de los Centros de Investigación y Capacitación de la Universidad de La Salle y el cumplimiento exacto en la entrega de los concentrados depende del funcionamiento armónico de todos los pasos propuestos en el modelo, en donde la mayor dificultad radica en el transporte de las materias primas desde la planta del proveedor hasta el CIC San Miguel, por la limitada capacidad de carga del camión de la Universidad y las programaciones de servicio que hace el Departamento de Servicios Generales. La implementación del modelo desarrollado fue a nivel experimental pues la Vicerrectoría Administrativa solicitó los resultados finales del estudio para tomar una decisión definitiva sobre la implementación de la fabricación de concentrados como parte de las rutinas habituales de los CIC. Así, la fabricación de los concentrados estuvo a cargo de los investigadores pues no hubo una colaboración directa de los empleados del CIC, a pesar de haberse solicitado reiteradamente.

Si bien se presentaron problemas de funcionamiento, en la actualidad la planta de concentrados ubicada en el CIC San Miguel se opera sin dificultad y produce un alimento balanceado de buena calidad. La unidad de molino y mezcladora ubicada en el CIC La Floresta en cambio no se volvió a operar debido a problemas eléctricos.

El proyecto sirvió de base para el desarrollo de varios trabajos de investigación con lo cual se vinculó la parte administrativa de los CIC de la Universidad de La Salle al proceso investigativo que se adelanta en la Facultad de Zootecnia. Es claro que el funcionamiento de las plantas de concentrado las convierte en una herramienta de gran utilidad al servicio de los procesos de investigación en la Facultad de Zootecnia. De los trabajos de investigación realizados cabe destacar la evaluación de la producción de huevos enriquecidos con Selenio el cual concluyó que la suplementación de Selenio en la dieta de las aves incrementa la concentración del mismo en el huevo, con lo cual se puede a un costo razonable, producir huevos enriquecidos con Selenio para consumo humano. El sobre costo por huevo osciló entre \$13,5 y \$21,6.

El proyecto no logró reemplazar la compra de alimentos de marca por cuanto no se contó con la aprobación por parte de las Directivas de la Universidad para continuar elevando el volumen de producción. Sobre este tema la Universidad debe analizar los hechos expuestos en este trabajo y determinar si se asume la producción de concentrados como una labor permanente por parte de los trabajadores de los CIC.

El trabajo diseñó y aplicó los procedimientos de control de calidad estandarizando algunas técnicas tales como la actividad ureásica, la evaluación de aflatoxinas B1, B2, G1 y G2. Las pruebas realizadas tanto a las materias primas como a los concentrados elaborados arrojaron valores normales con lo cual se autorizó el uso de los balanceados garantizando su inocuidad y adecuado valor nutritivo. El impacto en las actividades de docencia es, sin lugar a dudas, el mejor resultado de este estudio pues la planta de concentrados del CIC San Miguel se convirtió en un espacio de enseñanza - aprendizaje de mucho valor para los estudiantes de la Facultad. Las pruebas de campo fueron satisfactorias, en ningún caso se presentaron problemas con los animales alimentados y

todos observaron en el mediano plazo curvas de producción normales.

CONCLUSIONES

El modelo propuesto para la producción de alimentos balanceados en la Universidad de La Salle con destino a los animales de los Centros de Investigación y Capacitación permite el funcionamiento adecuado de las plantas de concentrado que posee la Universidad, articulando dicha producción con actividades de docencia e investigación. Tal como lo demostrara la investigación en su primera etapa, producir el alimento concentrado de calidad adecuada, en lugar de adquirirlo comercialmente produce ahorros de dinero en particular cuando el proceso se desarrolla a razón de 20 Toneladas mensuales.

Sin embargo, las mayores utilidades que se generan al poner en marcha los equipos de producción de alimentos balanceados son para la docencia y para la investigación: tener y operar una planta de concentrados es toda una ventaja comparativa para la Facultad de Zootecnia de la Universidad de La Salle, frente a otras facultades que ofrecen el programa de

Zootecnia a nivel nacional. La participación de los estudiantes en el proceso de fabricación de alimentos balanceados representa una experiencia formativa de alto impacto en su proceso de aprendizaje. Por otra parte, el contar con la fábrica de alimentos balanceados permite llevar a cabo un gran número de experimentos con animales que son parte esencial de la investigación en el área agropecuaria.

Remplazar la compra de concentrados con alimentos balanceados para animales representa un reto administrativo para la Universidad pues evidentemente le exige una serie de operaciones descritas en el presente trabajo, que ocuparía una parte del tiempo de algunos empleados. Cabe destacar que ninguna de esas operaciones está fuera del alcance de los mismos empleados por lo cual se reitera que la producción de concentrados en la Universidad es técnicamente viable. La planta del CIC San Miguel se encuentra 100% operativa y se recomienda continuar con la fabricación de concentrados durante el 2007 como parte de las actividades de docencia e investigación. Con base en el funcionamiento de las plantas de concentrado es posible técnica y económicamente la producción de huevos enriquecidos con Selenio y con Omega 3.

BIBLIOGRAFÍA

Arreaza, L. *Manejo de la proteína en la producción de Ganado bovino. Fraccionamiento de la proteína cruda e indicadores en la formulación de raciones para rumiantes*. Colombia: Corpoica. Tibaitatá, 2002.

Castiblanco, S., Conde, A. y Betancourt, L. Informe técnico científico final de investigación "Estudio de factibilidad para la producción de alimentos balanceados en la Universidad de La Salle". Bogotá, 2005.

---. "Estudio de factibilidad para la producción de alimentos balanceados en los Centros de Investigación y Capacitación de la Universidad de La Salle". *Revista de Investigación* 6. (2006): 83 - 91.

Departamento Nacional de Estadísticas DANE. *Encuesta manufacturera*. Bogotá. 2001.

Departamento Nacional de Planeación DNP. *La cadena de alimentos balanceados*. En www.dnp.gov.co agosto 2006.

- Espinosa, S. *Fabricación de alimentos concentrados para camarones y peces*. Santiago de Chile, Chile: Movicorp, 2003.
- Fellows, P. *Tecnología del procesamiento de los alimentos: principios y prácticas*. España: Editorial Acribia, 1994.
- Federación Nacional de Avicultores, FENAVI. *Cuadernos Avícolas* 8. Bogotá, 1999.
- Fox, D.G., Sniffen C.J., O`Connor J.D., Russell J.B. and Van Soest P.J. "A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III Cattle diets and diet adequacy". *Journal animal Science* 70. (1992): 3578 - 3596.
- Galobart A., Barrotea M., Baucells R., Conody, T. and Ternest, W. "Effect of dietary supplementation with rosemary extract and -tocopheryl acetate on lipid oxidation in eggs enriched with w3-fatty acids". *Poult. Sci.* 80. (2001): 460 - 467.
- Gill, C. "Logrando la mezcla adecuada". *Revista Alimentos balanceados para animales* 10. 3. (2003): 30 - 35.
- . "Molienda con martillos: anormal alza de la temperatura". *Revista Alimentos balanceados para animales* 10. 3. (2003): 40 - 43.
- Leeson, S., Summers, J. y Díaz, G. *Nutrición aviar comercial*. Bogotá: Le´print Club Express, 2000.
- Leeson, S. y . Zubair, A. *Efectos sobre la salud del consume de huevos enriquecidos con ácidos grasos omega-3 y vitaminas*. Publicación en línea disponible en: www.etsia.upm.es/fedna. Junio 2006.
- Milly Ryan-Harshman and Aldoori Walid. "Health benefits of selected vitamins". *Canadian family physician* 51. (2005): 965 - 968.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Agro-cadenas. *La cadena de los cereales, los alimentos balanceados para animales, la avicultura y la porcicultura en Colombia de 1991 a 2005*. Documento N. 87 en www.agrocadenas.gov.co
- Montaner, J. *La investigación en alimentos funcionales*. Publicación en línea disponible en: www.consumaseguridad.com España. 2003
- O`Connor, Sniffen C., Fox D. and Chauupa W. S. "Anet carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets with predicting amino acid adequacy". *Journal Animal Science* 71. (1993): 1298 - 1311.
- Pazzanse D., Fox, D., Balsalore M., Corsi M. and Traxler. "Utilização da metodologia de analices do alimentos do CNCPS e do sistema de produção de gas *in vitro* na estimativa do valor nutricional do capim elefante". *Revista da Sociedade Brasileira do Zootecnia* 13. 1. (2002): 1 - 9.
- Pell, A.N., Schofield, P., and Stone, W.C. "Rates of digestion measured in vitro with computers". *Cornell Nutr. Conf. for Feed Manufacturers*, 74 81.
- Perry, P. "Limitantes al mejoramiento de la productividad y de la competitividad en la cadena de fabricación de alimentos para animales". *El crecimiento de la productividad en Colombia*. Bogotá: Colciencias-DNP, 2005.
- Rayman MP. *The importance of selenium to human health*. *Lancet* 2000;356:233-41.
- Reilly C. *Selenium in food and health*. London, UK: Blackie Academic and Professional; 1996.
- Simopopulos A. "Symposium: Role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA. Human Requirement for n-3 polyunsaturated Fatty acids". *Poult. Sci.* 79. (2002): 961 - 970.
- Sniffen C.J., O`Connor J.D., Van Soest P.J., Fox D.G. and Russell J.B. "A net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: II. Carbohydrate and Protein Availability". *Journal of Animal Science* 70. (1992): 3562 - 3577.
- Yemail, B. *Colombia: Cadena productiva de cereales forrajeros – alimentos balanceados para anilaes – carne de pollo y gallina*. Bogotá: DNP – DDE Documento de trabajo, 1998.