

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES**



**Tema: Influencia de un promotor de crecimiento sobre el  
comportamiento productivo en cerdos lactantes**

**Autor: Ángel Martín Asipuela Haro**

**Tutor: Dr C. Guillermo Ramón Pardo Cardoso**

**Tesis presentada en opción al Título de Médico Veterinario y  
Zootecnista.**

**CAMAGUEY- CUBA  
2006**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES**



**Tema: INFLUENCIA DE UN PROMOTOR DE CRECIMIENTO  
SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN CERDOS  
LACTANTES**

**Autor: Ángel Martín Asipuela Haro**

**Tesis presentada en opción al Título de Médico Veterinario y  
Zootecnista.**

**LATACUNGA - ECUADOR  
2006**

## **DEDICATORIA**

## **DEDICATORIA**

La presente investigación se la dedico de todo corazón a mis queridos padres.

**PENSAMIENTO**

## **PENSAMIENTO**

El logro es, ante todo, el producto de la constante elevación de nuestras aspiraciones y expectativas.

J. Micklaus.

## **AGRADECIMIENTO**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar doy gracias a Dios que me ha orientado durante toda mi vida en la humildad, modestia y sinceridad en mis acciones.

A la Universidad de Camaguey y especialmente a los profesores que de forma abnegada se han preocupado por mi formación profesional para poder alcanzar con éxito la culminación de mi carrera.

A la Empresa Porcina de Camaguey que permitió que pudiera ejecutar mi trabajo científico al autorizarme a disponer de sus instalaciones y recursos.

A Cuba que se ha preocupado constantemente porque nosotros, los Latinoamericanos humildes seamos capaces de ayudar en el desarrollo de mi país, ayudándonos desinteresadamente en nuestra formación profesional.

A todos aquellos que de una forma u otra han participado en mi formación académica y científica.

Muchas gracias a todos

## **SÍNTESIS**

## **SÍNTESIS**

Esta investigación se realizó en la granja Estatal Charles Morell perteneciente a la empresa porcina de Camagüey - Cuba. En esta investigación se evaluó un promotor de crecimiento basado en carbón vegetal, azúcar parda y ceniza de bagazo de caña de centrales azucareros durante la lactancia a partir de los 7 días de nacidos hasta el destete. Se utilizaron 16 bóxer de maternidad con sus crías distribuidas en cuatro tratamientos con niveles de 0 %, 3 %, 5 % y 7 % adicionado al pienso que consumen los cerdos lactantes. Las variables estudiadas fueron el peso a los 14 días, 21 días y al destete; consumo a los 16 días y al destete; la conversión y la ganancia media diario. Se concluye que se mejoraron la ganancia media diaria y el peso de los animales sin modificar el consumo. Aparentemente el nivel del 7% ofrece mejores perspectivas.

## **Summary**

This investigation one carries out in the State farm you Talk Morell belonging to the swinish company of Camagüey - Cuba. In this investigation a promoter of growth was evaluated based on vegetable coal, brown sugar and sugar ash of trash of cane of power stations during the nursing starting from the 7 days of having been born until the weaning. 16 bóxer of maternity was used with its breedings distributed in four treatments with levels of 0%, 3%, 5% and 7 added to the I think that they consume the pigs lactantes. The studied variables went the weight to the 14 days, 21 days and to the weaning; consumption to the 16 days and the weaning; the conversion and the daily half gain. You concludes that they improved the daily half gain and the weight of the animals without modifying the consumption. Seemingly the level of 7% offers better perspectives.

## **INDICE**

| <b>INDICE</b>   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....  | 1             |
| <b>II. DESARROLLO</b> .....   | 5             |
| Capítulo 1. Revisión Bibliográfica .....  | 5             |
| 1. Introducción .....   | 5             |
| 1.1. PROMOTORES DEL CRECIMIENTO   | 5             |
| .....   |               |
| 1.1.1- Antibióticos .....   | 5             |
| 1.1. 2.- Probióticos .....  | 7             |
| 1.1.3.- Minerales .....   | 9             |
| 1.1.4.- Aditivos Fotogénicos .....  | 10            |
| 1.1.5. Enzimas .....  | 14            |
| 1.1.6. Otros Elementos.....   | 17            |
| 1.2. Carbón .....   | 19            |
| 1.2.1. Madera. ....   | 19            |
| 1.2.1.1. Composición química de la madera .....   | 19            |
| 1.2.1.2. COMPONENTES DE LA MADERA   | 19            |
| .....   |               |
| 1.2.1.2.1. La Celulosa .....  | 19            |
| 1.2.1.2.2. Las Hemicelulosas .....  | 20            |
| 1.2.1.2.3. La lignina .....   | 20            |
| 1.2.1.3. Componentes de la pared celular de la madera.....  | 20            |
| 1.2.1.4. Influencia de las características química en la<br>descomposición térmica de la madera ..... | 21            |
| 1.2.1.5. Composición bromatológica de la madera .....   | 22            |
| 1.2.2. Qué es el carbón vegetal .....   | 24            |
| 1.2.2.1. La calidad del carbón vegetal.....   | 26            |
| 1.2.2.2. Contenido de humedad .....   | 27            |
| 1.2.2.3. Materia volátil diversa del agua .....   | 28            |
| 1.2.2.4. Contenido de carbono fijo .....  | 29            |
| 1.2.2.5. Contenido de cenizas .....   | 29            |
| 1.2.2.6. Análisis típico del carbón vegetal .....   | 30            |

---

|  |           |
|--|-----------|
| 1.2.2.7. Propiedades físicas.....                      | 31        |
| 1.2.2.8. Capacidad de absorción .....                  | 32        |
| 1.3. Productos de los Centrales Azucareros .....       | 34        |
| 1.3.1. Caña de Azúcar .....                            | 34        |
| 1.3.1. 1. Agricultura cañera .....                     | 35        |
| 1.3.1.2. La diversificación en el uso de la caña ..... | 40        |
| 1.3.1.3. INDUSTRIA ALIMENTARIA y farmacéutica<br>..... | 43        |
| 1.1.3.1.4. Uso integral de la caña .....               | 46        |
| 1.3.1.5. Las mieles y el jugo .....                    | 47        |
| 1.3.1.6. Proteína a partir de la caña .....            | 49        |
| 1.3.1.7. Los residuos agrícolas .....                  | 50        |
| 1.3.1.8. Caña de azúcar y energía .....                | 50        |
| 1.3.2. El bagazo como fuente de fibra renovable .....  | 52        |
| 1.4. Comportamiento de la Cerda .....                  | 54        |
| 1.4.1. Etapa de gestación .....                        | 54        |
| 1.4.2. Etapa de Lactancia. ....                        | 58        |
| 1.5. Conclusiones .....                                | 60        |
| Capítulo 2: Conducción Experimental .....              | 62        |
| 2.1 Introducción .....                                 | 62        |
| 2.2 Materiales y Métodos .....                         | 62        |
| 2.3 Resultados y Discusión .....                       | 66        |
| 2.3.1. Resultados .....                                | 66        |
| 2.3.2. Discusión .....                                 | 71        |
| <b>III.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>      | <b>76</b> |
| 1. Conclusiones .....                                  | 76        |
| 2. Recomendaciones .....                               | 77        |
| <b>IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>            | <b>78</b> |
| <b>V. ANEXOS .....</b>                                 | <b>97</b> |

---

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **I - INTRODUCCIÓN**

La demanda de proteína de origen animal se ha incrementado como consecuencia del aumento población mundial y la búsqueda de alternativas y tecnologías de explotación animal ajustadas a las condiciones, las que indican que son los cerdos los animales más idóneos para ser explotados en cualquier medio (FAO, 2003). En las granjas tecnificadas en la alimentación emplea el 100% de pienso y genética con alta calidad en todas las etapas de vida, lo que ocasiona que el crecimiento y la reproducción sea más eficiente, logrando normalmente resultados adecuados a las exigencias de la época (Cameron et al., 1999). Sin embargo, en este tipo de producción, aproximadamente el 10 % de los animales que se destetan poseen pesos inferiores a los exigidos en esos animales (Huerta, 2002).

La alimentación debe considerarse como el suministro de nutrientes adecuados para el crecimiento, desarrollo y reproducción de los cerdos que por diversas razones pueden llegar a ser deficitarios o inadecuados en la dieta básica para el nivel o tipo de producción deseada. Esta ha demostrado tener efecto con relación con el peso de nacimiento de los cerdos, mejoras en las características de la canal y el crecimiento y calidad de la carne (Bikker y Bosch, 2003).

Durante la etapa pre-destete que comprende a los animales con edades de 16-21 días, el animal presenta las características de que en primer lugar, sufren stress al separarse de la madre (pérdida del efecto maternal). Segundo, no se encuentra desarrollado completamente su sistema digestivo por lo que presenta deficiencias en la digestibilidad de algunos nutrientes y tercero su resistencia al medio ambiente no es la mejor, por lo que consecuentemente cualquier cambio brusco de temperatura o higiénico provoca problemas de salud. Con vistas a solucionar estos problemas se han realizado una serie de trabajos que persiguen de forma general adicionar algún elemento en los alimentos

Existen productos particularmente exitosos (Cassanelli, 2001) como los aditivos en el alimento, han sido utilizados como promotores de crecimiento en las etapas críticas de la crianza: los primeros días de vida, destete y preñez, obteniendo según Benno y Teakwang (2001) al ser utilizados en la alimentación de cerdos, incrementos significativos en el promedio de ganancia de peso al ser comparados contra el grupo control. Estos promotores del crecimiento mantienen su vigencia y se sigue

profundizando en sus acciones como cofactores del metabolismo animal (Dritz et al (2002) .

Se debe destacar, cómo en la actualidad, se esta empleando una series de productos como aditivos en la alimentacion de los cerdos lactantes en su etapa de Lactancia y destete (21-70 días), con vistas a mejorar su comportamiento, buscando incrementar la digestibilidad de los alimentos suministrados y desarrollar la resistencia de los mismos al medio ambiente.

Carbón vegetal es el residuo sólido que queda cuando de "carbonizar" la madera, en condiciones controladas, en un espacio cerrado, como es el horno de carbón. El control se hace sobre la entrada del aire, durante el proceso de pirólisis o de carbonización, para que la madera no se quemé simplemente en cenizas, como sucede en un fuego convencional, sino que se descomponga químicamente para formar el carbón vegetal (Vella et al 1999).

El contenido de carbono fijo en el carbón vegetal varía desde un mínimo del 50% hasta uno elevado del 95%, en cuyo caso el carbón vegetal consiste principalmente en carbono (Carballo, 1990)

Tal como es producido, el normal carbón vegetal de madera no es un material muy activo para la absorción de los líquidos o de los vapores, puesto que su fina estructura está bloqueada por residuos alquitranados.

Entre los principales constituyentes químicos de la madera el que mantiene la influencia más grande en las características físicas y química es sin una duda, la lignina. aparece una correlación positivas significantes entre el porcentaje de lignina de varias especies del eucalipto con el rendimiento gravimétrico y con el porcentaje de carbono fijo y, por consiguiente, correlaciones negativas con los porcentajes de materias volátiles y de ceniza en el carbón. Intentando justificar los resultados obtenidos, ellos señalaron que el porcentaje más alto de carbono fijo está vinculado con las muestras con los porcentajes de lignina mayores, que se atribuyen al hecho de ser la lignina el más resistente a la descomposición térmica cuando se compara con la celulosa y la hemicelulosa, debido, a su estructura sumamente compleja (FAO 2006 <sup>a</sup>).

De la misma manera, los porcentajes más grandes de carbono se encuentran en el carbón vegetal, comparado con los líquidos piroleñosos y los gases, esto está motivado por que la lignina posee un 65% de carbono elemental aproximadamente y es esta la que más aporta al carbón vegetal. En estudio realizado el porcentaje de lignina en las coníferas entre 24 y 34% y, en las latifolias tropicales, entre 25 y 33%. Puede afirmarse que la cantidad de carbono fijo generado por unidad de madera en el horno es función, (FAO 2006<sup>b</sup>) principalmente, del porcentaje de lignina de la madera, ellos comentaron que la presencia de un porcentaje alto de sustancias de naturaleza aromática, como extractivo y lignina, da como la consecuencia un carbón con la densidad más grande y más resistente en lo que se refiere a las propiedades físico-mecánica. Presentando características físico-químicas importantes.

El uso de los aditivos minerales y otros elementos en los cerdos durante la primera etapa de su vida ha sido y es, una alternativa con grandes perspectivas dentro de la producción porcina, ya que la misma está encaminada fundamentalmente, a que ellos sean los que incrementen con estos productos la actividad de su flora y fauna intestinal, con el consecuente aprovechamiento de los nutrientes (Roberlin et al 2001), no obstante, todavía no está definida su acción específica, así de cómo será su comportamiento en los animales, que disponiendo de dietas con una alta calidad, y sin embargo, poseen rasgos de comportamiento deficientes.

Teniendo en cuenta lo antes señalado en este trabajo se presenta lo siguiente:

### **Problema Científico**

Durante la lactancia los animales utilizados poseen un elevado potencial genético, el cual no se manifiesta a plenitud a causa del empleo de alimentos que no contienen alta calidad.

### **Hipótesis**

Al utilizar un promotor de crecimiento capaz de incrementar el aprovechamiento de los nutrientes, los rasgos fundamentales del comportamiento productivo de los cerdos lactantes mejoraran logrando animales con condiciones adecuadas para el destete.

### **Objetivo General.**

Evaluar los principales rasgos de comportamiento productivo de los cerdos lactantes al añadirle en el alimento seco un promotor de crecimiento de procedencia natural

### **Objetivos Específicos**

- Determinar los rasgos de comportamiento productivo de las crías hasta el destete.
- Valorar la influencia del comportamiento de la Cerda Lactante sobre las crías que pueda ser inferida a partir de su evaluación zoométrica y condición corporal

### **Novedad Científica**

Se introduce un promotor de crecimiento confeccionado a partir de la mezcla del carbón, con las cenizas de los centrales azucareros y azúcar de caña, que se adiciona al alimento suministrado a las crías durante su lactancia

**II. DESARROLLO**  
**CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **II. DESARROLLO**

### **CAPITULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

#### **1. Introducción**

La alimentación debe considerarse como el suministro de nutrientes adecuados para el crecimiento, desarrollo y reproducción de los cerdos que por diversas razones pueden llegar a ser deficitarios o inadecuados en la dieta básica para el nivel o tipo de producción deseada.

Durante la etapa pre-destete que comprende a los animales con edades de 16-21 días, el animal presenta las características de que en primer lugar, sufren stress al separarse de la madre (pérdida del efecto maternal). Segundo, no se encuentra desarrollado completamente su sistema digestivo por lo que presenta deficiencias en la digestibilidad de algunos nutrientes y tercero su resistencia al medio ambiente no es la mejor, por lo que consecuentemente cualquier cambio brusco de temperatura o higiénico provoca problemas de salud. Con vistas a valorar estos problemas se han revisado una serie de trabajos que persiguen de forma general determinar si adicionar algún elemento en los alimentos puede beneficiar el desarrollo de estos animales.

#### **1.1. Promotores del Crecimiento**

##### **1.1.1- Antibióticos**

Recientemente Roberlin, et al (2001) determinó la resistencia de las bacterias a los promotores del crecimiento antimicrobianos, sobre todo los macrólidos y las tetraciclinas la cual decreció cuando estos fueron retirados de los piensos y probados en estreptococos.

Por otra parte (Ader, 2001) indica que el uso ilegal de antibióticos en la alimentación animal y al creciente presión conduce a la pérdida de la confianza de los consumidores en los productos animales, sugiriendo Partidge, (2001) que el papel de las enzimas en la nutrición de cerdos destetados ha recibido una incrementada atención en lugar del uso de antibióticos.

Al evaluar por Dritz, et al (2002) el efecto de varios regímenes de administración de antibióticos en la administración de cerdos en crecimiento y la eficiencia alimenticia en

sistemas multisitios, obtuvo que el uso de antimicrobianos en el alimento como promotores de crecimiento podía ser limitado para fases de crianza en multisitios.

El uso de antibióticos en alimento para cerdos finalizados podía ser limitado para aplicaciones terapéuticas en las cuales un diagnóstico de infección bacteriana susceptible a los antibióticos usados a sido confirmada.

Por otra parte Gaskins, et al (2002) empleando los antibióticos como promotores del crecimiento y su modo de acción, confirma la hipótesis de que los antibióticos mejoran la eficiencia del crecimiento animal vía la inhibición de la microflora normal, permitiendo el incremento de la utilización de los nutrientes y la reducción en los costos de mantenimiento de las funciones del sistema gastrointestinal sugiriendo también que las nuevas técnicas moleculares pueden servir como herramientas para descubrir la relación entre la microbiología intestinal y la eficiencia del crecimiento.

No obstante ¿Por qué y cómo se usan los antibióticos en la producción de cerdos? Según Cromwell, (2002) el uso de antibióticos durante todas las fases de crecimiento de la producción de cerdos, la cual beneficia las tasas y la eficiencia de la ganancia de peso, reduce la mortalidad y la morbilidad, reduce las enfermedades subclínicas, mejora la salud, la reproducción y la lactancia junto con los beneficios económicos que trae. Sin embargo las perspectivas históricas en Europa, consecuencia de la discontinuación del uso de antibióticos como promotores de crecimiento, (Stein, 2002) ha producido cambios en el manejo y en las estrategias de alimentación, modificación de alternativas de aditivos del alimento en la producción de cerdos sin antibióticos como promotores del crecimiento.

Tal como se ha visto anteriormente aunque todavía es utilizados alimentos con antibióticos en los cerdos jóvenes sin embargo existe la tendencia a su erradicación por la resistencia que el mismo pueda ocasionar a los gérmenes patógenos.

### **1.1. 2.- Probióticos**

Otros productos particularmente exitosos (Cassanelli, 2001) como los probióticos han sido utilizados como aditivos en el alimento en etapas críticas de la crianza: los primeros días de vida, destete y preñez, obteniendo según Benno, y Teakwang (2001)

al ser utilizados en la alimentación de cerdos incrementos significativos en el promedio de ganancia de peso al ser comparados contra el grupo control.

Por otra parte Chang et al (2001) utilizando los lactobacilos como probióticos mostraron un incremento de la ganancia de peso y la conversión alimenticia en lechones, también mostró aumento significativo en el contenido de células de lactobacilos y decreciendo el número de enterobacterias en muestras fecales. Este producto se consideró un potente probiótico para lechones especialmente después del destete.

Otras valoraciones se refieren a los efectos de la suplementación, con probióticos sobre la efectividad de crecimiento, digestibilidad de nutrientes, diarrea y población microbiana, obteniendo Xuan, et al (2001) en este estudio que un complejo nuevo de probióticos desarrollados puede reemplazar a los antibióticos en cerdos destetados a los 21 días de edad. La tendencia de los probióticos como los bacilos, según Jadamus, et al (2002) presentan evidencia de que modifica la población microbiana de las heces de la cerda ayudando en la modificación de la flora intestinal común y la actividad metabólica de los lechones.

Simon, (2001) indica que los probióticos en la nutrición animal son viables utilizados como aditivos del alimento para lechones con una tendencia a mejorar la eficiencia de los cerdos sugiriendo Bomba, et al (2002) que los probióticos podrán representar una efectiva alternativa en el uso de sustancias sintéticas en la nutrición y al medicina. En sus resultados demostró que las maltodextrinas y ácidos grasos insaturados pueden ser usados para potenciar el efecto probiótico de los microorganismos en el intestino delgado y similarmente fructo-oligosacaridos también potencian el efecto de los microorganismos probióticos en el intestino delgado. También Hanczakowska, et al (2002) valora la adición de probióticos sobre los valores nutritivos de la mezcla en alimentos de cerdos incrementando la Ganancia Diaria de Peso del alimento de cerdos con harina de soya en 1% y estos alimentos adicionados con chícharo o lupin en 9 y 8.3%, respectivamente. Concluyendo que el probiótico también mejoró la utilización del alimento.

Otro elemento utilizado por Hong, et al (2002) se refiere a el análisis para determinar los efectos de *Sacharomyces Cerviseae* (SC) sobre la eficiencia del crecimiento de

cerdos, sus resultados mostraron que las dietas con SC para cerdos afectó la población microbiana y el complejo de probióticos mejorando la Ganancia Diaria de Peso y la Digestibilidad de los Nutrientes, pero decreció la emisión de gases.

De acuerdo a todo lo analizado anteriormente se está claro que el uso de los probióticos en los cerdos destetado ha sido y es una alternativa con grandes perspectivas dentro de la producción porcina ya que la misma va encaminada fundamentalmente a que ellos sean los que incrementen con estos productos la actividad de su flora y fauna intestinal, con el consecuente aprovechamiento de los nutrientes, no obstante todavía no está definido su acción específica así como será su comportamiento en los animales que disponiendo de dietas con una alta calidad y sin embargo poseen rasgos de comportamiento deficientes.

### **1.1.3.- Minerales**

Algunos minerales se han empleado como promotores del crecimiento sin embargo Masuda, et al (2001) plantea que la excesiva cantidad de CU y Zn en la dieta no es necesaria en el crecimiento de los cerdos. Además sugiere que el empleo de la fitasa de la dieta mejora la utilización del Zn, Li, et al (2001) ha suplementado con oxido de zinc la dieta, obteniendo que se cambia la morfología del epitelio del intestino delgado el cual puede afectar la digestibilidad y la absorción de los nutrientes en cerdos recién destetados, Mavromichalis, et al (2001) con el oxido de Zn (ZnO) que es un agente promotor del crecimiento en cerdos jóvenes si es adicionado en la dieta a niveles farmacológicos, el Zn es un buen promotor del crecimiento en cerdos recién destetados, alimentados con dietas que contengan o no antibióticos.

Otro mineral se ha utilizado por Mathews, et al (2001) valorando los efectos de la dieta adicionada con cromo sobre el crecimiento, características de la canal, los metabolitos del plasma, tolerancia a la glucosa y la sensibilidad de la insulina en cerdos obteniendo que se incrementa la sensibilidad de la insulina, cuando el cromo esté biodisponible, Yu Dongyou y Xu Zirong (2001) en cerdos en crecimiento añadió a una dieta basal suplemento con 0, 200 o 400 µg/kg de picolinato de cromo sus resultados indican que empleando 200 µg/kg se incrementaron significativamente la Ganancia Diaria de Peso, y con 400 µg/kg se redujo el consumo de alimento y la tasa de alimento-ganancia de peso.

El uso de Cobre como aditivo por Mihăilă, et al (2002) en el alimento en cerdos destetados, usado como promotor de crecimiento y como una alternativa de antibióticos usados en el tratamiento de enteritis postdestete. El peso vivo incrementó linealmente con niveles de Cu en la dieta y fue más alto en las primeras tres semanas después del destete. Los niveles elevados de Cu influenciado con altos niveles de Cu en suero, Fe y Zn. 100 a 300 ppm de Cu suplementario para cerdos destetados aumentó los niveles de Cu en todos los órganos especialmente en el hígado.

También se ha empleado la mezcla de zeolita con antibiótico por Papaionnou, et al (2002) determinando que el estado de salud y eficiencia de los cerdos mejoró significativamente cuando se mezcló con clortetraciclina, obteniendo también Papaioannou, et al (2002) <sup>b</sup> que el efecto de zeolita y clortetraciclina incluida en el

alimento sobre la concentración en la sangre de ciertas vitaminas y elementos traza en hígado y tejido renal de cerdos por tanto ni zeolita ni clortetraciclina suplementarias en la dieta tuvieron efecto significativo sobre las vitaminas y minerales y la distribución de estas en el cuerpo, no hubo alteraciones en las concentraciones del suero sanguíneo ni en hígado ni en riñón por tanto no hubo interacción entre zeolita y clortetraciclina.

En resumen estos promotores del crecimiento mantienen su vigencia y se sigue profundizando en sus acciones como cofactores del metabolismo animal, se debe destacar como en la actualidad el empleo de los minerales se está realizando de forma asociada con otros productos, ya sean estos antibióticos o probióticos, en concreto existe una nueva perspectiva de trabajo buscando mejor eficiencia.

#### **1.1.4.- Aditivos Fitogénicos**

El grupo de plantas conocido como aditivos alimenticios fitogénicos son una alternativa potencial en lugar de los antibióticos como promotores de crecimiento en la alimentación de cerdos. (Dedl y Elssenwenger, 2000), sugiriendo Hong, et al (2001) que el efecto de suplementación de la dieta con fito-enzimas sobre la eficiencia y la digestibilidad de nutrientes en cereales; en crecimiento mejoró tanto la eficiencia como la disponibilidad de nutrientes.

La adición de fitasa (enzima que libera el fósforo de los cereales) en 500 UI/kg de la dieta, Zhang et al (2001) determinó que puede mejorar significativamente la eficiencia de los lechones y la utilización de fósforo y proteína de la dieta. Por otra parte, teniendo en cuenta las fitasas provenientes de plantas o bacterias según Weremko, et al (2001) cuando se adicionaron a dietas para el crecimiento de cerdos jóvenes, incrementaron la digestibilidad del fósforo en el 13.7 y 16.3 %. y el incremento en el contenido del fósforo digestible por la fitasa microbial fue similar (cerca de 1g/kg) en las dietas con ambas fuentes utilizadas. También Peter, et al (2001) determina el efecto de la fitasa sobre el crecimiento de los cerdos sin suplementar con P, Zn, Cu, Mn, promoviendo el P inorgánico y los minerales traza o la adición de 300 o 500 U/kg de fitasa para la dieta en control negativo no afectó la Ganancia Diaria de Peso, el Consumo de Alimento o la Eficiencia Alimenticia, las características de la canal no se afectaron pero los huesos metacarpianos III y IV redujeron su peso en cenizas en cerdos alimentados con la dieta de control negativo comparadas con las que se suplementaron completamente y la dieta

que contenía fitasa. Esto indica que la suplementación con fósforo inorgánico, Zinc, Cobre y Manganeso, pueden ser reducidos o eliminados sin deteriorar la eficiencia del crecimiento.

Otros aspectos valorados han sido los reportados por Grela, y Kumek, (2002) indicando que los aditivos de la fitasa mejoran el peso final, ganancia de peso de los recién nacidos y cerdos destetados y disminuye el número de lechones retrasados antes del destete, la fitasa microbiana adicionada a la dieta con ácido fórmico tiene un mejor impacto que la fitasa sola. Zimmermann, et al (2002) valora la eficacia de la fitasa de cereal o microbiana en cerdos en crecimiento alimentados con dietas, obteniendo que suplementados con fósforo no hubo diferencia significativa en la aparente absorción de fósforo entre dietas trazadas con trigo y centeno cuando se le adicionó fitasa microbiana o de cereal a razón de 0 a 200 U/ Kg, el análisis de regresión determinó que la eficacia de la fitasa del cereal fue 40% mejor, comparada con la fitasa microbiana. Por otra parte Ludke, et al (2002) incrementó la biodisponibilidad de los nutrientes cuando se adicionó fitasa a niveles de 421-466 UI por kilogramo de la dieta. También Ludke, et al (2002) <sup>b</sup> valoró los efectos de la fitasa plus determinando que estuvieron ausentes cuando los cerdos consumieron dietas con niveles de 18% de Proteína Cruda.

Para mejorar el efecto de las fitasas, Valencia y Chavez, (2002) realizaron un estudio con cerdos destetados con 21 días de edad conducido por 4 semanas para analizar los efectos promotores de crecimiento y sobre la nutrición utilizando fitasa y ácido acético o la mezcla. Los resultados mostraron un efecto adicional del ácido acético combinado con la fitasa en el mejoramiento de la digestibilidad de los minerales, mejorando la ganancia de peso al adicionar fitasa con menos fósforo en la dieta.

Este último resultado precisa claramente que el empleo de la fitasa asociada a ácidos débiles permite a los cerdos jóvenes realizar un mejor aprovechamiento nutritivo del alimento suministrado, lo que hace evidente que en la actualidad los resultados con este producto ofrecen mejores perspectivas empleándolo de esta forma.

Un nuevo aditivo en la alimentación del cerdo es la cáscara de trigo (salvado) el cual sugiere, Timoshenko, et al (2000, publ. 2001) que tiene un efecto positivo sobre el crecimiento y desarrollo del cerdo. Por otra parte Li Siyuan; et al (2001) realizando

pruebas con hierbas medicinales Chinas como aditivos en la alimentación de cerdos. Determinando que la Ganancia Diaria de Peso y la Conversión Alimenticia incrementó hasta 15.39 y 9.25% respectivamente.

Gollnisch y Halle, (2001) realizando las experiencias con plantas y extractos de plantas en medicina, determinó el uso importante de tales preparaciones en la nutrición animal. Una variedad de aditivos fitogénicos han sido usados tanto en nutrición de pollos como de cerdos sin embargo señala que hay muchas preguntas que hacer, sobre todo en la eficacia, modo de acción, estandarización y seguridad de tales productos.

Al trabajar con los lechones destetados a los 20 días de edad Manzanilla, et al (2001) y con peso promedio de 5.4 kg cuando son alimentados con extractos de plantas mezclados por 21 días. Determinó que La adición de estos no tuvieron efecto sobre la Ganancia Diaria de Peso, eficiencia de la Conversión Alimenticia o Digestibilidad, obteniendo además que la adición de los extractos determinó el incremento de la incidencia de bacterias y lactobacilos ( $p < 0.02$ ) y una menor incidencia en las enterobacterias. Grela, et al et al (2001) valoró la efectividad de aditivos de hierbas o plantas (fitogénicos) en cerdos destetados en este caso se determinaron los eritrocitos, la hemoglobina, el hematocrito, los leucocitos, con sus formas segmentadas, monocitos, eosinofilos y basofilos, así como proteínas totales, glucosa y colesterol en la sangre, sus resultados con el suplemento de hierbas en la dieta determinó ganancias similares o mejores al compararlos con aditivo antimicrobiales. Obteniendo mejor ganancia diaria y utilización del alimento, los índices sanguíneos fueron encontrados normales en los cerdos cuando son alimentados con la mezcla de hierbas como aditivos.

Por otra parte Bauer, et al (2001) al determinar el uso de las hierbas como aditivos alimenticios sobre el impacto de la estabilidad oxidativa de la carne encontró que el tocino producido por animales alimentados con orégano presentó una mejor estabilidad al ser comparado con el grupo control. El contenido de colesterol oxidado fue diferente entre el grupo tratado con orégano y el control. Se concluyó que el uso de aditivos como orégano tienen impacto sobre la habilidad oxidativa de la grasa abdominal.

Otro aspecto considerado ha sido la comparación de los aditivos fitogénico con antibióticos, siguiendo esta línea Zhu et al (2002) en un experimento con 3 grupos; 1 y 2

con o sin antibióticos en el alimento y el 3 con hierbas tradicionales de China. Encontró que el alimento con aditivos fitogénicos mejoró el, Peso Vivo y la Ganancia Diaria de Peso, en T3 fue de 6.6 y 22.9% mayor que en el T1 y 3.5 y 9.1% mayor que T2, mientras que la diarrea disminuyó significativamente en T3 al compararse con T1 y T2, en el análisis del duodeno y el yeyuno se demostró que los aditivos en T3 mejoraron la actividad de la amilasa, lipasa, renina, quemotripsina y disacáridos de la mucosa en el tracto digestivo.

Los extractos aromáticos de plantas, para mejorar la digestibilidad en cerdos de destete a 21 días, fue utilizado por Bacar-Huskic, et al (2002) , empleando 10 animales por boxers, la composición de las raciones fueron del 20.3% Proteína Cruda, 3.8% Fibra Cruda y 5.6% Grasa Cruda, en las fases iniciales y 18.4%, 3.1% y 5.1% en las dietas de crecimiento, estas estaban adicionadas con vitaminas y minerales en 7.8 y 7.7 kg al inicio del experimento y 21.9 y 22.2 kg, a los 39 días después, los resultados al valorar el control y el aditivo fueron para la Conversión 1.88 y 1.78; Ganancia Diaria De Peso 361 y 363 g. respectivamente

Ushida, et al (2002) determinó la influencia de la suplementación de la dieta con extractos de plantas, obteniendo que se redujo significativamente la producción de sulfuro volátil generado en el intestino por el metabolismo bacteriano cuando los extractos se hicieron con n-butanol.

Basada en las teorías de la Medicina Tradicional Veterinaria China que sugiere que las grandes dosis y altas concentraciones de aditivos en los nutrientes y antibióticos en el alimento resultan en excesivo depósito de grasa y acumulación de agua en el cerdo provocando disturbios en crecimiento de los animales, Ge Changrong; et al (2002). cuando se pulverizó y adicionó directamente al alimento de los cerdos una serie de aditivos alimenticios formulados con hierbas medicinales de China, se incrementó Ganancia Diaria de Peso alcanzando el 4.8% y 6.5% en magrés de carne cuando se comparó con el grupo control alimentado con alimento comercial y suplementado con antibióticos.

Como se ha visto el empleo de aditivos fitogénicos es una de las líneas fundamentales que se está estudiando en la actualidad sobre todo en los países en vía de desarrollo,

buscando en la mayoría de los casos sus efectos en los animales jóvenes, todo esto con la finalidad de hacer más sustentable este tipo de producción, nótese como se ha utilizado la adición en la ración, sobre todo cuando se emplean las hierbas medicinales Chinas, y la carencia de identificación de los principios activos que aportan las acciones de las plantas empleadas.

#### **1.1.5. Enzimas**

Partiendo de que un aumento en los rasgos de comportamiento en condiciones similares de manejo es ocasionado por el aumento de la digestibilidad de los alimentos consumidos Bokori, y Kósa, (2000) lo suplementaron con enzimas exógenas obteniendo efectos positivos sobre Ganancia Diaria de Peso y Conversión Alimenticia de los cerdos. Por otra parte Xie Xindong; et al (2000) en la selección de enzimas con formulas complejas y utilizando métodos in vitro obtuvo Ganancia Diaria de Peso 12.47% mas alta que el grupo control, mientras que la Conversión Alimenticia disminuyó en un 3.21%. recomendando que un método in vitro es factible para la selección de una formulación óptima de un complejo enzimático para el alimento de lechones. También Choct, y Cadogan, (2001) indican que la efectividad de la suplementación de la dieta para cerdos destetados con enzimas da resultados en el Consumo de Alimento, Ganancia Diaria de Peso, al parecer porque permite un incremento en la digestión en el intestino delgado retardando el paso de la ingesta. También Yakhin, et al (2001) utilizando cerdos alimentados con y sin suplementos de enzimas (1kg/ton) tuvieron una Ganancia Diaria de Peso de 548 vs. 590 g, Conversión Alimenticia 4.9 y 4.55 Kg. y Coeficiente de Digestibilidad 41.9 y 42.8 %. Respectivamente.

Por otra parte Temiraev, et al (2001) para mejorar la digestibilidad de la celulosa y la conversión alimenticia comparando cuatro de los componente de origen de plantas obtuvo que la digestibilidad de la Materia Seca en promedio fue 75, 78, 77 y 79%; de Proteína Cruda, 74, 77, 77 y 78%;y de Grasa Cruda, 56, 54, 54 y 54% y de Fibra Cruda 31, 34, 33 y 35 %, respectivamente concluyendo que estos no provocaron efectos. También buscando mejorar la eficiencia en el coeficiente de digestibilidad, Thacker, y Racz (2001), obtuvo que fue mayor en la Materia Seca, Proteína Cruda y Extracto Etereo en las dietas que se les quitó la vaina al chícharo que cuando no se hizo; incrementándose, cuando a estos alimentos se suplementó con enzimas.

El uso de polisacáridos compuestos para una preparación de enzimas (Xu Zirong et al 2001) al ser comparadas con el grupo control incrementó Ganancia Diaria de Peso, Conversión Alimenticia y Consumo Diario de alimento de lechones en 11.54, 5.33 y 5.40% y la Digestibilidad Aparente de Materia Seca, Proteína Cruda, Grasa Cruda, Fibra Cruda, Ceniza y Extracto Libre de Nitrógeno en 5.56, 4.79, 28-79, 15 o 05, 32.05 y 4.24% respectivamente. También los resultados de Xu Jianxiong; et al (2001) con la adición de una enzima del polisacárido de la fécula sobre el crecimiento y la digestibilidad de los nutrientes de cerdos destetados incrementó la Ganancia Diaria de Peso en 10.4%, los resultados también indican que la dieta del destete podrían disminuir el estrés del destete.

Yin, et al (2001) precisó el efecto de la  $\beta$ -glucanasa, xylanasa o un cóctel de enzimas como  $\beta$ -glucanasa, xylanasa y proteasa sobre los nutrientes, la energía digestible ilial y el total del tracto sobre 5 dietas para cerdos jóvenes basadas en la cascarilla de cebada, la aparente Digestibilidad Fecal de la Materia Seca, la Energía Total y la Fibra Detergente Neutra fueron mejoradas por el cóctel de enzimas adicionado reduciendo la fermentación en el tracto gastrointestinal probablemente debido a la mejor absorción ilial de los nutrientes. También Xu Zirong; y Lu Jianjun (2001) indica los efectos  $\beta$ -glucanasa, xylanasa y celulasa sobre la digestión en cerdos en crecimiento incrementó la Ganancia Diaria de Peso en 8.78%, mejoró la digestibilidad de la Proteína Cruda, Extracto Etereo y Fibra Cruda en 18.76% ( $p < 0.01$ ), 16.04 ( $p < 0.05$ ) y 108.57% ( $p < 0.05$ ). y Yin, et al (2001) en lechones destetados a 21 días usados para determinar los efectos de  $\beta$ -glucanasa y xylanasa incluidas en alimentos que contenía cascarilla de cebada, los tratados con enzimas redujeron la concentración de urea y nitrógeno e incrementaron la digestibilidad de la energía de algunos aminoácidos estos resultados sugieren que los polisacáridos degradando enzimas son benéficos en dietas para cerdos destetados temprano sobre la cascarilla de cebada con alto contenido de  $\beta$ -glucanasa, concluyendo, Xu Zirong; et al (2002) que los efectos de las enzimas NSP ( $\beta$ -glucanasa, xylanasa y celulasa) en la dieta sobre la digestibilidad de los lechones mostraron que no hubo diferencia de la digestibilidad de enzimas en páncreas.

Por otra parte Cervantes, et al (2001) adicionó proteasa la que mostró efectos benéficos a las dietas basadas en sorgo y trigo sobre digestibilidad aparente ileal y de eficiencia en

el crecimiento de los cerdos y Park, et al (2001) determina los efectos de las enzimas y probióticos sobre la eficiencia del crecimiento, la digestibilidad de nutrientes y la emisión de amoníaco en cerdos destetados. Concluyendo que la suplementación multienzimas y probióticos mejoran la eficacia de cerdos destetados y disminuyó la emisión de amoníaco, sugiriendo Partidge, (2001) que el papel de las enzimas en la nutrición de cerdos destetados reciben incrementada atención considerándose muchas veces en lugar del uso de antibióticos.

Considerando los efectos positivos observados como las enzimas y la micronización, como métodos de tratamiento a los alimentos con raciones para lechones sugiere Domacinovice et al. (2001) que están justificados y deberían ser usados y comercialmente. Sin embargo Medel, et al (2002) cuando se refiere a la influencia del proceso de calentamiento, obteniendo que la cebada la cual mejoró el crecimiento de los cerdos durante los primeros 14 días post-destete e incrementó la digestibilidad aparente del ilion; determinó que la suplementación con enzimas no tuvo efecto sobre la eficiencia de los cerdos.

Como se ha podido valorar en los resultados anteriores existe en la actualidad la tendencia a emplear la suplementación de los alimentos en los cerdos jóvenes con enzimas de diferentes tipos, buscando en la mayoría de los casos solucionar los problemas de digestibilidad, presentándose la tendencia a ser incrementada la misma en todos los nutrientes, obteniendo consecuentemente un aumento en los rasgos de comportamiento, sin embargo a escala industrial no se ha podido determinar el incremento en costo que ocurre por el empleo de piensos con estos productos y el tiempo de estabilidad que los mismos poseen, si se considera los resultados de Medel et al (2002) sobre el incremento de la eficiencia por el uso de las enzimas parece ser que el empleo de ellas todavía se encuentra en estudio probablemente buscando la más efectiva, estable y económica.

#### **1.1.6. Otros Elementos.**

También el empleo de ácidos como promotores del crecimiento ha sido evaluado por Fan et al (2000) al valorar el efecto del ácido orgánico (arsine) sobre lechones destetados de 4 semanas de edad mostró que la Ganancia Diaria de Peso fue de 358, 342 y 315 g/d la conversión alimenticia fue de 1.21, 1.28 y 1.32 kg en dos grupos tratados

con 50 y 100 g/ton de ácido orgánico y un control. Por otra parte Zhang y Guo (2000) valoró la suplementación con olaquinox y ácido clorhídrico diluido en dietas para lechones destetados a temprana edad. Los resultados mostraron que los lechones tratados tuvieron Ganancia Diaria de Peso de 0.44kg, lo cual fue 41% mayor que el control, también obtuvo una conversión alimenticia del 12% mayor al grupo control. También Araújo et al (2001) al medir el efecto del paquete de ácidos de 4 vías sobre el promedio de Ganancia Diaria De Peso, Consumo de Alimento en cerdos de 28 días de edad no mostró diferencia significativa entre tratamientos para las variables estudiadas, Fondevila, et al (2001) determinó el efecto de la inclusión de ácidos orgánicos en dietas para cerdos destetados a los 19-21 días de edad con 6 kg de peso. No siempre mejora las características digestivas o la productividad, y Partenen, et al (2002) evalúa la eficiencia en el crecimiento de los cerdos con alimentos adicionados con ácido fórmico y ácido fórmico adicionado con secuestrante, obteniendo que fueron igual de efectivos que la alternativa de avilamycin en dietas de crecimiento.

Otros elementos utilizados se refieren a el ácido p-amino-fenil-arsénico (PAPAA) por Tong Fudan y Xu Zirong (2000) el cual fue adicionado en el alimento como promotor del crecimiento, mostrando que mejoraron estas variables de comportamiento productivo y el ácido-base de Hipocloro (KKM-300) por Grigoryan, et al (2001) usado como promotor de crecimiento en la dosis de 1 ml/g por 100 kg de peso vivo en tres grupos, I.-control, (de baja y alta genética), II.- (tratado de baja genética) y III.- (tratado de alta genética), el peso alcanzado a los dos meses fue de 19.6, 19.5 y 19.8 kg, la Ganancia Diaria de Peso fue de 441, 554 y 605 g. respectivamente.

También Stahl, et al (2001) valora la suplementación con Creatina Monohidratada (CMH) obteniendo mejora varios atributos productivos, sin embargo parece que la suplementación de CMH en dietas de cerdos por 10 a 15 días las reduce. Por otra parte Petty, et al (2002) utiliza los  $\beta$  – mananos obteniendo que se mejorara la eficiencia del crecimiento en cerdos destetados y en desarrollo, pero tiene efecto mínimo sobre la digestibilidad de los nutrientes.

Feng y Yo (2001) valora el efecto de betaine sobre la eficiencia del crecimiento demostró que con mil mg/Kg. incrementó el promedio de Ganancia Diaria de Peso general en un 12.74%, mientras que Urbanczyk, et al (2001) emplea la combinación

suplementada de betaine y cromo determinando la ineficiencia para la engorda y pruebas de rastro, aunque disminuyó el colesterol sanguíneo en 9%. las lechonas tuvieron menor peso que los macho y mejoraron los resultados sin tomar en cuenta las evaluaciones de rastro cuando se usó suplemento.

El efecto de algunos elementos raros de la tierra como una posible alternativa de promotores de crecimiento en cerdos, fue estudiado por Schuller, et al (2002) demostrando que los animales que recibieron alimento suplementado con estos elementos aumentaron la Ganancia Diaria de Peso arriba del 19 % y mejoraron la conversión alimenticia hasta en un 11% y también se encontró que la flora intestinal normal no fue afectada.

El efecto de un aditivo Nuevo a base de yodo fue valorado por Khuzhin, et al (2001) para la intensidad de crecimiento y desarrollo de los lechones obteniendo como resultado un mejor crecimiento de los cerdos.

Evidentemente en la actualidad se esta empleando una serie de productos como aditivos en la alimentación de los cerdos en la etapa de destete (21 -70 días), con vistas a mejorar su comportamiento, buscando mejorar la digestibilidad de los alimentos suministrados y desarrollar la la resistencia de los mismos al medio ambiente.

## **1.2. Carbón**

### **1.2.1. Madera.**

#### **1.2.1.1. Composición química de la madera**

La madera está compuesta de forma general por tres grupos de sustancias, las que conforman la pared celular, donde se encuentran las principales macromoléculas, celulosa, poliosas (hemicelulosas) y ligninas, que están presente en todas las maderas; el otro grupo lo conforman las sustancias de baja masa molar conocidas también como sustancias extraíbles que se encuentran en menor cantidad, y las sustancias minerales. La proporción y composición química de la lignina y las poliosas difiere para las maderas de coníferas y latifolias, mientras que la celulosa es uniforme en composición en todas las maderas. (Achiri et al 1986)

#### **1.2.1.2. Componentes de la madera**

### **1.2.1.2.1. La Celulosa**

La celulosa es el homopolisacárido que se encuentra en mayor proporción en la madera, es una estructura básica de las células de las plantas y la sustancia más importante producida por este organismo vivo, siendo el principal componente de la pared celular.

La celulosa consiste en unidades de anhidro-  $\beta$  - D(+) glucopiranososa en conformación  $C_1$ , unidos por enlaces glicosídicos  $\beta$  -1-4, por lo que se puede describir como un polímero lineal de glucanos. La unidad estructural de la celulosa es la celobiosa (disacárido) con una longitud de 1,03nm.

### **1.2.1.2.2. Las Hemicelulosas**

Las poliosas o hemicelulosas son heteropolisacáridos de alta masa molecular, que se encuentran constituidos por diferentes unidades de monosacáridos: pentosas, hexosas y [ácidos](#) urónicos, enlazados entre sí por enlaces glicosídicos, formando [estructuras](#) ramificadas y en general amorfas.

Pueden ser clasificadas como pentosanos y hexosanos, aunque también se clasifican en dependencia de su origen, su composición estructural y solubilidad en álcalis. Las maderas están conformadas por azúcares neutros de seis átomos de [carbono](#): glucosa, manosa, galactosa y de cinco átomos de carbono: la xilosa y arabinosa. Algunas poliosas contienen adicionalmente ácido urónico. Se pueden encontrar los mananos, glucomananos, glucanos, xiloglucanos, ramnogalactouronanos, y en los xilanos encontramos los arabinoxilanos y O-acetil- 4- O- metilglucuronoxilano.. Las hemicelulosas se encuentran asociadas con la celulosa mediante fuertes interacciones polisacárido – polisacárido. El contenido de poliosas varía radialmente en la madera aumentando hacia el centro y variado en su composición de azúcares. El tipo y contenido de hemicelulosas presentes en la madera varía con la especie, la edad, parte del árbol, y en muchas especies su regularidad está relacionada con criterios taxonómicos. (D´Almeida 1988)

### **1.2.1.2.3. La lignina**

La lignina es una macromolécula componente de la madera, de naturaleza polímera especial, formada por la polimerización deshidrogenativa al azar de [alcoholes](#) parahidroxicinámicos ([alcohol](#) p-cumarílico, alcohol coniferílico y alcohol sinapílico), en reacción catalizada por [enzimas](#) vía radicales libres. Las unidades de fenil propano (C<sub>9</sub>) se unen por enlaces C-O-C y C-C, presentando en su estructura grupos hidroxilos, carbonilos, metoxilos y carboxilos.(Brownin 1967)

### **1.2.1.3. Componentes de la pared celular de la madera.**

Los contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina en los eucaliptos varían, así, la celulosa se puede encontrar entre 40 y 60%; las hemicelulosas entre 12 y 22 % y entre 15 y 22% las ligninas. No obstante, algunas especies de eucalipto manifiestan variaciones considerables con respecto a los datos anteriores.

#### **1.2.1.4. Influencia de las características química en la descomposición térmica de la madera**

Entre los principales constituyentes químicos de la madera el que mantiene la influencia más grande en las características físicas y química es sin una duda, la lignina. aparece una correlación positivas significantes entre el porcentaje de lignina de varias especies del eucalipto con el rendimiento gravimétrico y con el porcentaje de carbono fijo y, por consiguiente, correlaciones negativas con los porcentajes de materias volátiles y de ceniza en el carbón. Intentando justificar los resultados obtenidos, ellos señalaron que el porcentaje más alto de carbono fijo está vinculado con las muestras con los porcentajes de lignina mayores, que se atribuyen al hecho de ser la lignina el más resistente a la descomposición térmica cuando se compara con la celulosa y el hemicelulosa, debido, a su estructura sumamente compleja. (Fukosama 1994)

De la misma manera, los porcentajes más grandes de carbono se encuentran en el carbón vegetal, comparado con los líquidos piroleñosos y los gases, esto esta motivado por que la lignina posee un 65% de carbono elemental aproximadamente y es esta la que mas aporta al carbón vegetal. en estudio realizado el porcentaje de lignina en las coníferas entre 24 y 34% y, en las latifolias tropicales, entre 25 y 33%. puede afirmarse que la cantidad de carbono fijo generado por unidad de madera en el horno es función, principalmente, del porcentaje de lignina de la madera, ellos comentaron que la presencia de un porcentaje alto de sustancias de naturaleza aromática, como extractivo y lignina, da como la consecuencia un carbón con la densidad más grande y más resistente en lo que se refiere a los propiedades físico-mecánica. (Coronel 1994)

Por consiguiente, se evidencia la importancia de la lignina en la producción insumos energéticos de la madera. Aunque la lignina empieza a degradar a temperaturas relativamente bajas, contrario de la celulosa y del hemicelulosa, su descomposición es más lenta. La lignina continúa perdiendo el mismo peso en las temperaturas superiores a 500 grados centígrados, resultando, por consiguiente, una mayor masa carbonosa pasado el periodo normal de carbonización, con temperatura media sobre de 500 grados centígrados, la pérdida de peso presentada por el lignina que es significativamente más pequeño que aquéllos experimentados por la celulosa y para el hemicelulosa, permaneciendo, todavía, aproximadamente 40% de su masa original. La degradación de la celulosa ocurre rápidamente, de 300 a 350 grados centígrados, aproximadamente 80%

de su masa. La hemicelulosa empieza a perder el peso en las temperaturas próximas a 225 grados centígrados, siendo el componente menos estable, siendo considerado que, sobre los 500 grados centígrados su degradación térmica habrá sido completa. Por consiguiente, todo indica que la resistencia térmica de los constituyentes químicos de la madera están íntimamente relacionado a sus respectivas estructuras. Así, cuando más complejo, más rígido, más inaccesible, más cerrado y más cristalino sea la estructura, más estable desde el punto de vista térmico será la correspondiente composición química.(Carballo 1990)

#### **1.2.1.5. Composición bromatológica de la madera**

Análisis inmediato de las muestras iniciales de partículas de tres especies diferentes ( *E. saligna* Smith, *E. pellita* F. Muell y *Corymbia citriodora*).

El contenido porcentual de los análisis inmediato (sustancia volátiles, cenizas, y carbono fijo) y los contenidos de los componentes de la pared celular de la madera de 3 especies de eucaliptos a tres alturas del fuste se exponen en la tabla siguiente. (Fengel et al 1984)

**Tabla 1. Porcentajes en base seca del análisis inmediato y los componentes de la pared celular obtenido para las especies analizadas.**

| <b>Lignina</b><br>% | <b>Celulosa</b><br>% | <b>Hemicelulosa.</b><br>% | <b>Lignina</b><br>% |
|---------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|
| 24.58               | 42.03                | 33.14                     | 24.58               |
| 25,35               | 41.57                | 32.56                     | 25,35               |
| 28,5                | 41.87                | 29.79                     | 28,5                |

Los resultados expresan los valores promedios de 3 determinaciones para cada una de las variables.

**b) Análisis inmediato.**

**Tabla 2. Resultados del análisis inmediato**

| <b>Especie</b> | <b>Volatiles</b><br>% | <b>Ceniza</b><br>% | <b>carbono</b><br><b>fijo %</b> | <b>Valor calor.</b><br><b>KJ/g</b> |
|----------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| E.salig 25%    | 84.420(a)             | 0.11(a)            | 15.464(a)                       | 20.325(a)                          |
| E.salig 55%    | 84,349(b)             | 0,11(b)            | 15,283(b)                       | 20.248(a)                          |
| E.salig 85%    | 83,722(c)             | 0,17(c)            | 15,114(c)                       | 20.223(a)                          |
| Cit 25%        | 87,306(a)             | 0,58(a)            | 12,109(a)                       | 19.643(a)                          |
| Cit 55%        | 87,415(a)             | 0,37(b)            | 12,086(a)                       | 19.632(a)                          |
| Cit 85%        | 87,380(a)             | 0,57(c)            | 12,044(a)                       | 19.608(a)                          |
| E.pell 25%     | 85.375(a)             | 0.09(a)            | 14.527(a)                       | 20.158(a)                          |
| E.pell 55%     | 85.358(a)             | 0.08(b)            | 14.256(a)                       | 20.078(a)                          |
| E.pell 85%     | 85.774 (a)            | 0.15(c)            | 14.072(a)                       | 20.065(a)                          |

a b c letras iguales significan que no existen diferencias significativas entre esos valores medios, como resultado de conocer los valores de probabilidad que aparecen en la tabla siguiente (probabilidad menor que 0.05 se rechaza la hipótesis nula y existe por tanto diferencia entre las medias)

Para todas las especies analizadas el carbono fijo disminuye con la altura ligeramente (no significativamente) lo que está relacionado con la disminución de la masa de lignina en el árbol con la altura, pues es este el elemento de la estructura celular que mas aporta al carbono fijo por ser mas difícil su descomposición térmica comparado con la celulosa y las hemicelulosas. por tener una estructura mas compleja (Cordero et al 1989)

En el caso del *Eucalyptus saligna Smith* los porcentos de lignina aparente aumentan con la altura, al estar tan lignificadas las zonas mas bajas del árbol se hace muy difícil la extracción o separación de la lignina, lo que quiere decir que la masa de lignina no aumenta con la altura sino que se extrae con mayor facilidad. García R. y Aguiar T. et al (2006).

### **1.2.2. Qué es el carbón vegetal**

Carbón vegetal es el residuo sólido que queda cuando de "carbonizar" la madera, o se la "hidroliza", en condiciones controladas, en un espacio cerrado, como es el horno de carbón. El control se hace sobre la entrada del aire, durante el proceso de pirólisis o de carbonización, para que la madera no se queme simplemente en cenizas, como sucede en un fuego convencional, sino que se descomponga químicamente para formar el carbón vegetal. (Glosser et al 1981)

En realidad, no se requiere aire en el proceso de la pirólisis; en efecto, los métodos modernos tecnológicos de producción de carbón de leña, no permiten ninguna entrada de aire; la consecuencia es un mayor rendimiento, ya que no se quema con el aire un exceso de madera y se facilita el control de la calidad.

El proceso de la pirólisis, una vez iniciado, continúa por su cuenta y descarga notable cantidad de calor. Sin embargo, esta descomposición por pirólisis o termal de la celulosa y de la lignina, que constituyen la madera, no se inicia antes que la madera llegue a una temperatura de alrededor de 300°C.

En la carbonera o fosa tradicional, parte de la madera puesta en el horno se quema para secar y para aumentar la temperatura de la carga total de madera, para que la pirólisis se inicie y continúe hasta el final por su cuenta. La madera quemada de esta manera se pierde. En contraste, el éxito de las sofisticadas retortas continuas produciendo altos rendimientos de carbón vegetal de calidad, se debe a la forma ingeniosa por la cual emplean el calor de la pirólisis, normalmente desperdiciado, para elevar la temperatura de la madera que va llegando, de manera que se completa la pirólisis sin quemar cantidades adicionales de madera, si bien se requiere una cierta cantidad de calor de impacto para compensar las pérdidas de calor a través de las paredes y otras partes del equipo. Para proporcionar este calor y para secar la madera puede quemarse el gas combustible de la madera soltado durante la carbonización de la misma. Todos los

sistemas de carbonización ofrecen mayores eficiencias cuando son alimentados con madera seca, puesto que la eliminación del agua de la madera requiere grandes insumos de energía calorífica.

El proceso de pirólisis produce carbón vegetal que consiste principalmente en carbón o, junto con una pequeña cantidad de residuos alquitranados, las cenizas contenidas originalmente en la madera, gases de combustión, alquitranes, una cierta cantidad de productos químicos - principalmente ácido acético y metanos - y una gran cantidad de agua originada del secado y de la descomposición pirolítica de la madera, que se suelta en forma de vapor.

Cuando termina la pirólisis habiendo llegado a la temperatura de aproximadamente 500°C, se deja el carbón vegetal que se enfríe sin acceso de aire; puede entonces ser descargado sin peligro, listo para su empleo.

Una abrumadora cantidad de carbón vegetal en el mundo se produce todavía por el sencillo proceso que se acaba de describir. Una parte de la carga de madera se quema con grandes desperdicios para generar el calor inicial y no se recupera nada de los subproductos o del calor soltado por el proceso pirolítico. (Fueller 1996)

Se emplean a veces para producir carbón vegetal otros materiales leñosos, como cáscaras de nueces y cortezas. Muchos residuos agrícolas pueden también producir carbón vegetal por pirólisis, pero el carbón que resulta es un polvo fino que debe generalmente ser aglomerado en briquetas, a un costo adicional, para la mayoría de los usos del carbón. De todos modos, estimular un uso más amplia de los residuos de las cosechas para la producción de carbón vegetal o aún para combustible, no es generalmente una práctica agrícola, si bien se ha realizado, como parte de una política agrícola racional, la quema de bagazo de caña de azúcar para proporcionar calor en la producción de azúcar, así como la quema en algunas regiones de los tallos de maíz y de pastos bastos para combustible casero, para suplir un beneficio general, et al FAO (2006<sup>a</sup>).

#### **1.2.2.1. La calidad del carbón vegetal**

El mercado para el carbón vegetal, menos exigente del punto de vista de la calidad, es el doméstico. Las razones son que no puede medirse fácilmente su performance, es

mínimo el poder del consumidor como individuo, de especificar y de obtener carbón vegetal de buena calidad, y hay una cierta compensación posible entre el precio y la calidad que el consumidor familiar usa para tener resultados satisfactorios. Sin embargo, esto no significa que no hay motivos para el control de calidad. Siempre que no se transforme en un obstáculo o buracriticamente contraproduktivo, un sistema de sugerimientos sobre calidad del carbón vegetal para el uso casero, es una práctica justificada para asegurar el máximo rendimiento del recurso maderero, sin dejar de ofrecer una adecuada utilización en el uso familiar (Cartagena 1994). Por otra parte, los grandes usuarios, como es el caso de la industria siderúrgica conocen por su propia experiencia e investigación, las propiedades que buscan en el carbón vegetal, y tienen los medios, con su poder adquisitivo concentrado y el control solo por lo menos parte, de su propia producción de carbón vegetal, de asegurarse que el carbón por ellos empleado se ajusta a sus especificaciones y produce el hierro fundido con costos globales mínimos.

La mayoría de las especificaciones usadas para controlar la calidad del carbón vegetal se han originado en la industria del acero o química. Cuando el carbón se exporta, los compradores tienden a usar estas mismas especificaciones de calidad industrial aun si el principal destino del carbón vegetal importado pueda más bien ser para la cocina doméstica o asados. Debe tenerse en cuenta esta situación puesto que los requisitos industriales y domésticos no son siempre los mismos y una inteligente evaluación de los reales requisitos de calidad del mercado, pueden permitir surtir carbón vegetal más barato o en mayores cantidades, beneficiando sea al comprador como al vendedor.

La calidad del carbón vegetal se define según algunas de sus propiedades y, si bien todas en cierto modo están interrelacionadas, se miden y se valúan por separado, a continuación se analizan estos diversos factores de calidad.

#### **1.2.2.2. Contenido de humedad**

El carbón fresco, apenas abierto el horno, contiene muy poca humedad, generalmente menos del 1%. La absorción de humedad del aire mismo es rápida, y gana con el tiempo humedad que, aun sin mojarse con la lluvia, puede llegar a un contenido del 5 al 10%, aun para el carbón vegetal bien quemado. Cuando no se ha quemado correctamente el

carbón o cuando los ácidos piroleñosos y alquitranes solubles han sido retomados por el carbón vegetal a causa de la lluvia, como puede suceder en la quema en fosas o parvas aumenta la higroscopicidad del carbón y su contenido de humedad natural o en equilibrio puede subir al 15% o más (Francis et al 1983)

La humedad es un adulterante que baja el valor calorífico o de calefacción del carbón vegetal. cuando el carbón se vende por peso, comerciantes deshonestos mantienen a menudo un elevado contenido de humedad, mojándolo con agua. El agregado de agua no cambia el volumen ni la apariencia del carbón vegetal. Por esta razón, los que compran el carbón al granel prefieren comprar o por el volumen en bruto, p.ej. en metros cúbicos, o por peso, pero determinando su contenido de humedad por medio de ensayos de laboratorios y, ajustar en proporción el precio. En los pequeños mercados se vende a menudo por pieza.

Es virtualmente imposible evitar que el carbón vegetal se moje algo, con la lluvia, durante el transporte al mercado, pero el almacenamiento del carbón bajo techo es una buena práctica, aún si se ha adquirido por volumen, puesto que el agua contenida tiene que evaporar en la combustión y representa una pérdida directa de poder calorífico. Esto sucede porque el agua en forma de vapor pasa en el flujo y raramente se condensa liberando su calor contenido, sobre el objeto que se está calentando en el horno.

Las especificaciones de calidad limitan generalmente el contenido de humedad a alrededor del 5-15%. del peso bruto del carbón vegetal. El contenido de humedad se determina secando al horno una muestra de carbón, y se expresa en por ciento del peso inicial húmedo.

Es evidente que el carbón vegetal con un elevado contenido de humedad (10% o más) tiende a desmenuzarse y produce carbonilla fina cuando se calienta en las fundiciones, lo que no es deseable en la producción de hierro.

### **1.2.2.3. Materia volátil diversa del agua**

La materia volátil diversa del agua en el carbón vegetal comprende todos esos residuos líquidos y alquitranosos que no fueron eliminados completamente durante el proceso de carbonización. Cuando la carbonización es prolongada y a alta temperatura, el contenido de volátiles es entonces bajo. Cuando la temperatura de carbonización es baja

y el período en el horno es breve, *entonces el* contenido de sustancia volátil aumenta. (Guardiola et al 1995)

Estos efectos se reflejan sobre el rendimiento en carbón vegetal obtenido a partir de un determinado peso de madera. A bajas temperaturas (300°C) es posible un rendimiento en carbón de casi el 50%, Con temperaturas de carbonización de 500-600°C los volátiles son escasos y son típicos los rendimientos del 30% en la carbonera. Con temperaturas muy altas (alrededor de 1.000°C) el contenido volátil es casi cero y el rendimiento cae a alrededor del 2%. Como se ha dicho anteriormente, el carbón vegetal puede reabsorber los alquitranes y los ácidos pirolenosos con el lavado de la lluvia en los métodos de quema en fosa o similares. Por ello, el carbón vegetal puede ser bien quemado pero, por este motivo, tener un elevado contenido de sustancia volátil. Se produce así una variación adicional en el carbón quemado en fosas, en climas húmedos. Los ácidos reabsorbidos hacen que el carbón se vuelva corrosivo, provocando la podredumbre de las bolsas de yute, lo que es un problema durante el transporte; y además, no tiene una combustión limpia.

La sustancia volátil en el carbón vegetal puede variar desde un tope del 40%, o más, hasta un 5%, o menos. Su medición se hace calentando una muestra, por peso de carbón seco y lejos del aire, a 900° o hasta un peso constante. La pérdida de peso es la sustancia volátil, que se especifica, por lo general, como libre de contenido de humedad, o sea, sustancia volátil - humedad (SV - humedad) (Hillis et al 1990)

El carbón vegetal con mucha materia volátil se enciende fácilmente pero al quemar produce humo. El carbón de pocos volátiles tiene dificultades al encenderse y su combustión es muy limpia. Un buen carbón vegetal comercial puede tener un contenido de sustancia volátil neta (libre de humedad) del 30% aproximadamente. El carbón con mucha sustancia volátil es menos quebradizo que el carbón común de fuerte combustión por lo que produce menos carbonilla fina durante el transporte y los manipuleos. Es también más higroscópico y tiene por lo tanto un mayor contenido de humedad natural.

#### **1.2.2.4. Contenido de carbono fijo**

El contenido de carbono fijo en el carbón vegetal varía desde un mínimo del 50% hasta uno elevado del 95%, en cuyo caso el carbón vegetal consiste principalmente en carbono. El contenido de carbono se estima normalmente como una "diferencia", o sea,

todos los otros componentes se deducen de cien como porcentajes y se supone que lo que queda es el % de carbono "puro" o "fijo". El contenido de carbono fijo es el componente más importante en metalurgia, puesto que el carbono fijo es el responsable de la reducción de los óxidos de hierro en el hierro fundido durante su producción. Pero el usuario industrial, para obtener una operación óptima de fundición, debe encontrar un balance entre el carácter quebradizo de un carbón vegetal con elevado contenido de carbono fijo y la mayor fuerza de un carbón vegetal con un contenido inferior en carbono fijo, y superior en materia volátil.

#### **1.2.2.5. Contenido de cenizas**

Las cenizas se determinan calentando una muestra, por peso, hasta el color rojo con acceso de aire para quemar completamente toda la sustancia combustible, quedando un residuo denominado ceniza. Se trata de sustancias minerales, como la arcilla, sílice y óxidos de calcio y de magnesio, etc., presentes en la madera original y recogidos como contaminaciones del suelo, durante el proceso.

El contenido de cenizas en el carbón vegetal varía desde alrededor del 0,5% a más del 5%, dependiendo de la especie de madera, la cantidad de corteza incluida con la madera en el horno y la cantidad de contaminación con tierra y arena. Típicamente, un pedazo de buen carbón vegetal tiene un contenido de cenizas de alrededor del 3%. La carbonilla fina puede tener un elevado contenido de cenizas, pero si se elimina por tamizado el material menor de 4 mm, el remanente superior a 4 mm puede tener un contenido de cenizas de alrededor del 5-10%. Los compradores sospechan naturalmente de la carbonilla, que resulta difícil de vender (y, desgraciadamente, de usar).

#### **1.2.2.6. Análisis típico del carbón vegetal**

Para ilustrar la amplitud de composiciones que se encuentran en carbones vegetales comerciales, la tabla 3 da un elenco de composiciones para muestras al azar de varias clases de madera y varias clases de métodos de carbonización. Por lo general, todas las maderas y todos los métodos de carbonización pueden producir carbones vegetales que entran dentro de los límites comerciales. El cuadro 8 registra las variaciones en la composición del carbón vegetal, halladas en el horno de fundación de una gran planta siderúrgica con carbón vegetal de Minas Gerais,

Brasil. Todo este carbón había sido fabricado empleando hornos de ladrillo del tipo colmena.

**Tabla 3. Algunos análisis típicos de carbón vegetal**

| <b>Especies</b>                   | <b>Contenido de humedad %</b> | <b>Ceniza %</b> | <b>Carbono fijo</b> | <b>Valor calorico bruto.Kj/Kg en base horno seco</b> |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------|--|
| Dakama                            | 7,5                           | 1,4             | 74,2                | 32.410   |
| Wallaba                           | 6,9                           | 1,3             | 77,1                | 35.580   |
| Kautaballi                        | 6,6                           | 3,0             | 65,6                | 29.990   |
| Mezcla de latifoliadas tropicales | 5,4                           | 8,9             | 68,6                |  |
| "                                 | 5,4                           | 1,2             | 69,8                |  |
| Wallaba                           | 5,9                           | 1,3             | 84,2                |  |
| "                                 | 5,8                           | 0,7             | 47,6                |  |
| Roble                             | 3,5                           | 2,1             | 81,1                | 32.500   |
| Cáscaras de coco                  | 4,0                           | 1,5             | 83,0                | 30.140   |
| Eucalyptus saligna                | 5,1                           | 2,6             | 66,8                |  |

1/ = Guyana; 2/ = U.K.; 3/ = Brasil; 4/ = Fiji

**Cuadro 8. Características del carbón vegetal para altos hornos en Brasil**

| <b>Composición química y física del carbón vegetal por peso-base seca.</b> | <b>Variaciones</b> |            | <b>Promedio anual</b> | <b>Carbón vegetal considerado bueno a excelente</b> |
|--|--------------------|------------|-----------------------|---|
|  | <b>Max</b>         | <b>Min</b> |                       |   |
| Carbono fijo   | 80%                | 60%        | 70%                   | 75 - 80%  |
| Cenizas  | 10%                | 3%         | 5%                    | 3 - 4%  |
| Sustancia volátil  | 26%                | 15%        | 25%                   | 20 - 25%  |
| Densidad aparente- como se recibe (Kg/m3)                                  | 330                | 200        | 260                   | 250 - 300   |
| Densidad parente-seco  | 270                | 180        | 235                   | 230 - 270   |
| Tamaño medio (mm) como se recibe   | 60                 | 10         | 35                    | 20 - 50   |
| Contenido carbonilla como se recibe (-6,35mm)                              | 22%                | 10%        | 15%                   | 10% max   |
| Contenido de humedad como se recibe  | 25%                | 5%         | 10%                   | 10% max   |

Las variaciones y los promedios anuales se refieren al carbón vegetal usado por la Belgo Míneira. Se trata de una mezcla del 40% de carbón de eucalipto producido en los hornos que la compañía misma maneja y 60% de carbón vegetal de madera natural heterogéneo producido por hornos operados privadamente. El carbón "Bueno a Excelente" se refiere al carbón producido en hornos de la empresa con madera de eucalipto.( Vella et al 1989)

#### **1.2.2.7. Propiedades físicas**

Las propiedades descritas hasta ahora son consideradas como propiedades químicas, pero las propiedades físicas, especialmente para el carbón vegetal industrial, no son menos importantes. Y es en la industria del carbón para la fundición del hierro donde las propiedades físicas tienen mucha importancia. En la carga de un horno de fundición el carbón vegetal es la materia prima más cara. Las propiedades físicas del carbón vegetal influyen sobre la producción del alto horno, mientras que las propiedades químicas se relacionan más a la cantidad de carbón necesario por cada tonelada de hierro y a la composición del hierro o del acero final (Brito et al 1977)

El carbón vegetal para el alto horno debe ser fuerte a la compresión, para resistir la fuerza de aplaste de la carga del alto horno, o "peso". Esta fuerza a la compresión, siempre inferior a la del rival del carbón vegetal, o sea del coke metalúrgico hecho con carbón mineral, determina la altura práctica, y por ende la eficiencia y la producción del alto horno. La capacidad de resistir el fraccionamiento, en el manipuleo, es importante para mantener una permeabilidad constante de la carga del horno al impacto del aire, que es vital para conservar la productividad y la uniformidad de las operaciones del horno.

Se han desarrollado varios tipos de ensayos para medir la resistencia a la fractura; es una propiedad bastante difícil de definir en términos objetivos. Estos ensayos se basan sobre la medición de la resistencia del carbón vegetal al fraccionamiento o rotura, haciendo que una muestra caiga desde una cierta altura sobre un piso sólido de acero, o haciendo que una muestra ruede dentro de un tambor, para determinar al cabo de un cierto tiempo, el tamaño de rotura. El resultado se expresa por los porcentajes que pasan y que quedan, a través de varios tamaños de tamices. El carbón vegetal, con poca resistencia a la fractura, producirá un mayor porcentaje de carbonilla fina, sometiendo la muestra al ensayo. En el alto horno no se desea la carbonilla fina, puesto que bloquea la corriente de impacto del aire en el horno. El carbón vegetal frágil puede también ser

aplastado por el peso de la carga y producir bloqueos (Beenackees et al 1989)

#### **1.2.2.8. Capacidad de absorción**

El carbón vegetal es una importante materia prima para el carbón activado. Este producto escapa a la finalidad de este manual pero alguna Información puede ser útil en los lugares donde los productores de carbón vegetal lo venden para que sea transformado en carbón activado en fábricas especializadas.

Tal como es producido, el normal carbón vegetal de madera no es un material muy activo para la absorción de los líquidos o de los vapores, puesto que su fina estructura está bloqueada por residuos alquitranados. Para convertir el carbón vegetal en "activado" debe abrirse esta estructura para eliminar los residuos de alquitrán. El método más ampliamente usado en la actualidad es de calentar el carbón vegetal bruto pulverizado, en un horno al calor rojo, bajo en una atmósfera de vapor sobrecalentado. El vapor, al excluir el oxígeno, evita que el carbón vegetal Be consuma por quema. Mientras tanto los alquitranes volátiles se eliminan por destilación y se van con el vapor, dejando abierta la estructura porosa. El carbón tratado pasa a envases cerrados y se deja enfriar. Los hornos de activación son generalmente continuos, o sea, el carbón pulverizado pasa en forma de cascada continua por el horno caliente en la atmósfera de vapor (Fueller et al 1996)

Después de la activación, se ensayan las especificaciones de calidad del carbón, para determinar su capacidad de decoloración, por la absorción, de soluciones acuosas de melaza en bruto, licor de ron, etc; aceites, tales como aceite vegetal, y la adsorción de solventes como acetato de etilo en aire. La fuerza de adsorción tiende a ser específica. Se establecen graduaciones para soluciones acuosas, otras para aceites y otras para vapores (Beck et al 1980). Los ensayos miden la capacidad de adsorción. Hay pocas diferencias en el producto terminado hecho con carbones vegetales en bruto de diferentes orígenes, pero en general todos pueden ser usados si se queman correctamente. Un buen carbón vegetal básico para fabricación del carbón activado puede obtenerse de la madera de *Eucalyptus grandis* en hornos de ladrillo.

Un carbón para la adsorción de gases y de vapores se produce generalmente con carbón de cáscaras de coco. Este carbón vegetal tiene gran capacidad de adsorción y resiste la

pulverización en los equipos de adsorción, lo que es un factor muy importante, et al FAO ( 2006<sup>b</sup> ).

Cuando los animales se alimentan intensamente se pueden producir productos tóxicos que al ser absorbidos ocasionan un estado de autointoxicación. En esos casos las digestiones se hacen fatigosas, anormales, con putrefacciones intestinales que disminuyen el poder digestivo y asimilador. El carbón vegetal por su poder absorbente, actúa como antiséptico del tubo digestivo. El carbón vegetal que se emplea es el carbón de madera ordinario, molido finamente pero sin llegar al estado de polvo. Este producto por sus propiedades absorbentes, atrae a los gases pútridos de ahí su acción antiséptica y desinfectante. El carbón de madera se puede suministrar mezclado con el alimento en proporción del 2 al 4% por un periodo corto de tiempo, también se puede ofrecer libremente en bandeja u otros recipientes. Boado, et al (2005)

### **1.3. Productos de los Centrales Azucareros**

#### **1.3.1. Caña de Azúcar**

El azúcar constituye, desde hace cientos de años, uno de los componentes más importantes y universalmente utilizados de la dieta humana. Su importancia viene dada en su aporte energético a bajo costo, en combinación con su capacidad de endulzar.

Se produce en las más diversas condiciones climáticas, prácticamente en todos los países del orbe. En las regiones de clima templado se obtiene a partir de la remolacha y en las zonas tropicales y subtropicales a partir de la caña. La producción mundial azucarera ha estado, en los últimos años, alrededor de los 120 millones de toneladas anuales, de las cuales 60-65% proceden de la caña y el resto de la remolacha. Estas cifras no incluyen la producción sin centrifugar que bajo distintos nombres, tiene relativa importancia económica y social en países como Colombia y Ecuador en América, y en la India y otros países asiáticos. Pero desde hace ya muchos años el azúcar viene enfrentando una situación muy crítica como producto de comercialización internacional, lo cual se evidencia en la continua reducción relativa del llamado "mercado libre", y la prevalencia de precios en el mercado mundial por debajo de los costos de producción.

Las causas que originan esta situación están suficientemente claras y son ampliamente conocidas. El proteccionismo de los países desarrollados, principalmente de Estados

Unidos y la Comunidad Económica Europea, hicieron que, en unos pocos años, el primero redujera sus importaciones de 4-5 millones de toneladas anuales a menos de dos millones, y que la segunda pasara, de importador neto, a uno de los principales abastecedores del "mercado libre".

La caña de azúcar, cuyo potencial genético aún está lejos de ser bien aprovechado, puede ser cultivada con técnicas mucho más apropiadas y sustentables, tanto en términos económicos como ecológicos, que las que hasta hoy se han venido "importando" de los países desarrollados, basadas en el uso intensivo de fertilizantes minerales y plaguicidas. Por otra parte, la caña es una planta de características excepcionales, capaz de sintetizar carbohidratos solubles y material fibroso a un ritmo muy superior al de otros cultivos comerciales. Esta propiedad le abre una posibilidad prácticamente infinita de aprovechamiento para la producción de cientos de derivados, en muchos casos de mayor valor agregado e importancia económica que el azúcar.

Esto permite un desarrollo basado en la integración agroindustrial, donde como se verá más adelante, los residuos agrícolas y efluentes industriales, lejos de ser un factor de perjuicio al medio ambiente, pasan a jugar un papel importante en su aprovechamiento económico y restitución de los elementos vitales del suelo.

### **1.3.1. 1. Agricultura cañera**

Las distintas variedades de caña que hoy se cultivan en el mundo con fines comerciales son especies e híbridos del género *Saccharum*, de la familia de las gramíneas (*Poaceae*). Es un cultivo de los llamados permanentes, que se cosecha en períodos que oscilan entre 12 y 24 meses. La duración de la cepa tiene como promedio entre 5 y 10 cosechas, aunque esto varía bastante entre regiones y según las distintas prácticas agrotécnicas.

Para la nación cubana, la caña y el azúcar forman parte integrante de la historia, la cultura y las tradiciones del pueblo. Una historia que estuvo caracterizada por la injusticia social y que alcanzó su más cruel expresión durante la etapa colonial, con la introducción de esclavos africanos para los trabajos en las plantaciones cañeras y la operación de los trapiches de azúcar (Guerra, 1961; Moreno-Fraginals, 1978).

A partir de 1959, en la agricultura cañera se desarrolló un proceso de modernización dirigido a una agricultura más intensiva, de altos insumos y caracterizada fundamentalmente por la introducción de la mecanización, que a finales de la década de los años 80 alcanzaba el 75% de la cosecha y el 100% del alza, lográndose una producción nacional promedio de más de 7.5 millones de t/año.

En la década de los años 90, se crean situaciones extremadamente difíciles para Cuba por la desaparición del campo socialista. Por primera vez, la producción azucarera cubana, en proporción de un 90% destinada a la exportación, se ve enfrentada de manera total al llamado mercado libre, que como se sabe, es un mercado de precios extremadamente deprimidos, motivado fundamentalmente por las medidas proteccionistas de los países más desarrollados. La falta de capacidad financiera o de créditos para la adquisición de insumos, obligan a iniciar un proceso de transformación de la tecnología agrícola en búsqueda de alternativas que aprovechen al máximo las características y potencialidades de la planta y su interacción con las condiciones naturales.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es un cultivo de extraordinaria capacidad, que en buenas condiciones culturales, produce volúmenes superiores a las 100 t/ha de tallos y si se incluyen las hojas y puntas, que no se emplean para la producción de azúcar; el volumen de biomasa vegetal se eleva en 20%.

Esa alta productividad de la caña se explica por su elevada eficiencia fotosintética en comparación con otros cultivos comerciales, que le permite una mayor utilización de la energía solar y consecuentemente, un mayor coeficiente de absorción del CO<sub>2</sub> atmosférico (Alexander, 1985 y 1986). Solamente por esto, el cultivo de la caña de azúcar representa un aporte ecológico de importancia como vía para aliviar el calentamiento de la atmósfera que se origina a través del llamado "efecto invernadero". Aun cuando no están disponibles estudios definitivos sobre la actividad fotosintética de la caña, a partir de algunos estudios básicos (Rhodes y Rank, 1991), ha sido posible estimar, muy conservadoramente, una capacidad de fijación de carbono superior a 2 t por ha por año, solamente comparables con la de los bosques deciduos de las zonas templadas (Acosta, 1992).

Desde el comienzo de la década de los años 90, se viene trabajando sistemática-mente para lograr una agricultura cañera cada vez más ecológica, u orgánica, menos dependiente de los costosos insumos de productos químicos y que basada en el más moderno desarrollo científico técnico posea una verdadera racionalidad ecológica y sustentabilidad económica. En Cuba la cosecha de caña verde se ha venido introduciendo paulatinamente y hoy está generalizada en alrededor del 90% de las áreas. También se emplea un sistema de cosecha mecanizada (74% del área) con máquinas que realizan una limpieza parcial de la caña por medios neumáticos. La paja extraída queda sobre el suelo en forma de una cubierta protectora que realiza una importante función de conservación de la humedad, evita la erosión y contribuye a la lucha contra malas hierbas. Sola-mente por este concepto se reportan disminuciones en el consumo de herbicidas de un 35% y hasta un 50% si se aplica localizado y las labores de cultivo mecánico de hasta un 33% (Díaz-Casas, 1996).

Este cambio tiene un tremendo impacto en múltiples aspectos de la producción cañera; que inciden favorablemente, ya sea desde el punto de vista tecnológico, económico, como de protección del medio ambiente; pues se reducen labores de cultivo, consumo de agrotóxicos y los costos de producción, además del efecto beneficioso al medio ambiente por reducción de la contaminación del aire y de la degradación de los suelos. Una segunda limpieza de la caña se lleva a cabo en los llamados centros de acopio, donde además se realiza un transbordo a los carros de ferrocarril que transportan la caña al central azucarero; una parte significativa de estos residuos se utiliza como combustible en las propias calderas de bagazo, y más recientemente como materia prima para la producción de composta.

La utilización de este compost, donde también se emplea cachaza (torta de filtro), resulta de un alto valor como mejorador orgánico de los suelos cañeros, existiendo un amplio programa para su generalización y perfeccionamiento mediante el uso de inóculos microbiológicos y las excretas del ganado estabulado alrededor de los propios centros. En combinación con la aplicación de las cenizas de bagazo del ingenio y el uso de los residuales industriales para el riego, se logra la sustitución de importantes cantidades de fertilizantes minerales, y se va cerrando un ciclo integrador entre el campo cañero, la industria procesadora y la producción pecuaria.

El incremento en el aprovechamiento de la tracción animal ha venido a sustituir la falta de combustible y de maquinaria para la agricultura. En la actualidad hay una serie de actividades en la agricultura cañera que se realizan con bueyes, entre ellas las labores de cultivo, que en 1997 alcanzó casi el 50% del área cañera.

Otras prácticas consideradas dentro de las técnicas de la agricultura orgánica que se vienen empleando en Cuba de forma extensiva son el laboreo mínimo de los suelos (Bouza et al., 1996) y la rotación e intercalamiento de cultivos (Crespo, 1996). Con el laboreo mínimo no sólo se consigue disminuir los costos de preparación del terreno, sino que al emplear equipos que no invierten el prisma, se logra una menor afectación del suelo por la erosión y el efecto de los intensos rayos solares del trópico.

En la rotación e intercalamiento de cultivos se ha dado preferencia al uso de leguminosas como frijoles (*Phaseolus vulgaris*) y soya (*Glycine max*), que además del aporte económico que de por sí representan, contribuyen a mejorar la fertilidad de los suelos por la vía de la fijación de nitrógeno y otros efectos físicos y microbiológicos característicos de este tipo de cultivo.

El uso óptimo de los fertilizantes se alcanza mediante un Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE) (INICA, 1996) para la caña de azúcar, el que tiene el objetivo fundamental de aplicar sólo aquel fertilizante que se halla en déficit en el suelo y que la planta necesita para su normal desarrollo. Con este sistema se evita la fertilización irracional que tanto afecta al medio ambiente y el incremento de los costos de producción, contribuyendo además a mantener el equilibrio biológico del suelo. También en el terreno de la fertilización se desarrollan investigaciones para el uso de bacterias fijadoras de nitrógeno. Se ensayan diferentes cepas de azotobacter, azospirillum y otros microorganismos.

Otra acción importante en la conservación de los suelos contra la erosión es la siembra en contorno, que se está desarrollando en aquellos suelos donde se cultiva caña, con pendientes mayores del 8%; existiendo aún 228 mil ha con esta característica. (Álvarez, 1995). Con la aplicación de esta técnica se pueden incrementar los rendimientos agrícolas en un promedio de 15 mil @/cab (13 t/há). En la actualidad se trabaja para aplicar esta técnica en las áreas que lo requieran, que se desarrolla por un Programa Nacional aprobado para este fin.

El control de las plagas y enfermedades se lleva a cabo mediante los programas para la obtención de variedades resistentes y el de lucha biológica por medio de la liberación de insectos y microorganismos benéficos. El programa cubano de variedades garantiza que constantemente se estén incorporando a la producción nuevos individuos para sustituir variedades que van degenerando y comienzan a ser susceptibles a plagas y enfermedades. Actualmente, el 92% de las variedades en producción son cubanas y sólo el 8% de ellas proceden del extranjero. Estas últimas son sometidas a rigurosos estudios de campo, donde se analiza su comportamiento y adaptación en las diferentes regiones edafoclimáticas del país y sólo son aceptadas si son iguales o superan en rendimiento y otros parámetros a los patrones cubanos.

El mismo cuenta con un banco de germoplasma con más de 2 500 individuos, 14 estaciones regionales, 63 bloques experimentales en áreas comerciales, un sistema de semillas certificadas, con un Banco de Semillas básicas en cada una de las provincias, que se multiplica en los bancos de semillas Registradas y Certificadas y una estación cuarentenaria. Se emplea la micropropagación acelerada como complementación a los métodos tradicionales de reproducción de semillas. En la actualidad se están produciendo alrededor de 10 millones anuales de vitro plantas en nuestras biofábricas, En la lucha biológica la mayor prioridad se concede al control del barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), que es la plaga de mayor afectación económica en Cuba. Se dispone de 50 Centros Reproductores de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE), donde cada año se liberan decenas de millones de pupas de la mosca cubana (*Lixophaga diatraeae*). Se comienzan a ensayar otros enemigos naturales como las avispas del género *Aphanteles* y *Trichogramma*, la esterilización de machos y la producción bioindustrial de hongos y bacilos. Azúcar orgánico

Todo lo expresado anteriormente ha contribuido favorablemente a que Cuba pueda desarrollar en un tiempo breve, un período de conversión de su agricultura cañera hacia la aplicación de técnicas orgánicas. No obstante, para ello se requiere de una experiencia inicial a pequeña escala, que se ha venido poniendo en práctica desde 1997 en áreas aledañas a la Universidad Central de Las Villas (UCLV) para la producción de caña orgánica, sin la aplicación de insumos químicos con buenos resultados. Esta caña es procesada en una planta piloto que posee dicha Universidad, ubicada en la región central del país y que puede llegar a producir hasta 1000 t de azúcar por año para la

exportación con destino al mercado europeo, que en el presente año 2000 recibirá las primeras cantidades de azúcar orgánico cubano, certificada por Ecocert Internacional, que es un organismo de Control para este tipo de producción radicado en Alemania.

El inicio de la aplicación de esta tecnología, amigable con el medio ambiente y la salud humana, es producto de coordinaciones realizadas hace más de cuatro años, por el actual Grupo de Agricultura Orgánica con el Ministerio del Azúcar y la citada Universidad. Para ello se contó con un especial apoyo de la Asociación Italiana de Agricultura Biológica (AIAB) en la preparación de especialistas que trabajaran en Cuba por el cumplimiento de los estándares en conformidad con el reglamento 2092/91 de la Comunidad Económica Europea para estas producciones.

El desarrollo exitoso de esta experiencia a pequeña a pequeña escala que se ejecuta en la Universidad Central, ha aportado los conocimientos necesarios para que el Ministerio del Azúcar los tomara como base para poner en práctica una producción a escala industrial, para lo que se dedicará un Complejo Agro-Industrial (CAI) azucarero de capacidad media de procesamiento de caña, que oscila entre 4 600 y 6 900 t/día. Esta industria procesará solamente caña orgánica para lograr con ello un producto de alta calidad para la exportación y de mejor seguridad para el consumidor.

Algunos de los subproductos de esta producción serán reciclados como abonos orgánicos en sus propias áreas y otros podrán ser utilizados en el futuro en la elaboración de otros productos también orgánicos de gran demanda popular. Todo este conjunto de tecnologías en aplicación creciente y asociadas unas con otras, soportadas sobre una base científico técnica sólida, permiten un acercamiento progresivo hacia una efectiva integración agroindustrial y una agricultura cañera realmente sostenible.

#### **1.3.1.2. La diversificación en el uso de la caña**

El hecho de que la caña de azúcar haya sido utilizada durante más de 400 años como materia prima para la producción de azúcar, contribuyó a crear una mentalidad de que la síntesis de sacarosa es la característica más importante de esta planta. Alrededor de las dos terceras partes de los casi 250 millones de toneladas de caña que se producen cada año en el mundo se destinan a la producción de alcohol etílico para combustible automotor, tanto en forma directa, como para aditivo de gasolina.

**Tabla 1. Componentes de la caña de azúcar (%) (Noa, 1982)**

| <b>Componentes</b>    | <b>Tallos</b> | <b>Puntas y hojas</b> |
|-----------------------|---------------|-----------------------|
| Materia Seca          | 29.0          | 26.0                  |
| Azúcares totales      | 15.4          | 0.2                   |
| Sacarosa              | 14.1          | -                     |
| Lignocelulosa (fibra) | 12.2          | 19.8                  |
| Cenizas               | 0.5           | 2.3                   |
| Otros componentes     | 0.8           | 2.4                   |
| Agua                  | 71.0          | 74.0                  |

Si se piensa en un aprovechamiento integral de la caña como fuente de biomasa, hay que tener en cuenta que además de los tallos, que es la fracción empleada para la producción azucarera, la caña está integrada también por cantidades apreciables de hojas y cogollo (puntas). La fracción puntas (cogollos) más hojas (verdes y secas) al momento de la cosecha, constituyen un residuo agrícola que se quema o se desaprovecha casi universalmente. La tabla 1 muestra la composición química de ambas fracciones.

La proporción entre tallos y cogollos más hojas depende de la variedad, el manejo agrotécnico y la edad de la caña. Estudios realizados en Cuba (Casanova, 1982) demuestran que existe una relación directa entre esta proporción y el rendimiento agrícola, como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2. Estructura vegetativa de la caña de azúcar en función del rendimiento (Casanova, 1982)**

| <b>Rendimiento, t/ha</b> | <b>Tallos, %</b> | <b>Otros, %</b> |
|--------------------------|------------------|-----------------|
| 30 - 50                  | 78               | 22              |
| 51 - 70                  | 79               | 21              |
| 71 - 85                  | 80               | 20              |
| Más de 85                | 82               | 18              |

Con los esquemas actuales de procesamiento de caña para producción de azúcar, por cada 100 t de tallos limpios entrados a fábrica, se pueden obtener las cantidades de productos que se muestran en la tabla 3.

Se trata de combinar el adecuado aprovechamiento integral de la caña y la utilización de los subproductos de la industria azucarera.

"La diversificación equivale al uso integral de la caña de azúcar, la optimización del uso de los subproductos de la fabricación de azúcar y el uso del azúcar en sí, y de la caña de azúcar, como materias primas para su transformación en otros productos valiosos desde el punto de vista de su repercusión económica y social. También equivale al uso óptimo de la tierra dedicada a este cultivo, por ejemplo, mediante la introducción de cultivos intercalados o en rotación. En ningún caso se debe entender que la diversificación significa la sustitución de la caña de azúcar por otros cultivos".

**Tabla 3.** Productos de procesar por cada 100 t de caña (tallos limpios) (Casanova, 1982)

| <b>Productos</b>         | <b>Cantidad , t</b> |
|--------------------------|---------------------|
| Azúcar (96% Pol)         | 11.0                |
| Bagazo (50% humedad)     | 27.5                |
| Miel Final (88% sólidos) | 3.5                 |
| Cachaza (75 % humedad)   | 2.5                 |
| Residuos agrícolas       | 20.0                |

**Tabla 4.** Algunos derivados de los azúcares de la caña

| <b>Producto</b> | <b>Proceso</b> |                        | <b>Utilización</b>                 |
|-----------------|----------------|------------------------|------------------------------------|
|                 | <b>Químico</b> | <b>Biotechnológico</b> |                                    |
| Azúcar          | x              |                        | Industria alimentaria              |
| Glucosa         | x              |                        | Ind. alimentaria y farmacéutica    |
| Fructuosa       | x              |                        | Ind. alimentaria y farmacéutica    |
| Alcohol etílico |                | x                      | Combustible, bebidas, ind. química |
| Levaduras       |                | x                      | Piensos, Panadería, Bebidas        |
| L-Lisina        |                | x                      | Piensos y alimentos                |
| Acido cítrico   |                | x                      | Ind. Alimentaria y farmacéutica    |
| Acido láctico   |                | x                      | Ind. química y farmacéutica        |
| Acido acético   |                | x                      | Varias industrias                  |
| Acido oxálico   | x              |                        | Ind. química y construcciones      |

|                   |     |   |                                 |
|-------------------|-----|---|---------------------------------|
| Glutamato mono-Na |     | x | Industria alimentaria           |
| Acetona butanol   | y   | x | Industria química               |
| Dextrana xantano  | y   | x | Aglutinante, espesante          |
| Sorbitol manitol  | y x |   | Ind. alimentaria y farmacéutica |

### 1.3.1.3. Industria alimentaria y farmacéutica

Se entiende por tanto de la comprensión de que la diversificación no es una estrategia para enfrentar la crisis del mercado azucarero, sino un camino para la industrialización y el desarrollo social de nuestros países. Los azúcares solubles, principalmente sacarosa, glucosa y fructuosa, pueden extraerse en solución acuosa mediante molinos o difusores, tal como se hace para la producción de azúcar o alcohol. Las posibilidades de transformación de estos azúcares por vía química o biotecnológica en otros productos, darían un listado prácticamente interminable.

La rentabilidad de los productos derivados de la miel final en general depende fuertemente del precio de ésta. Pueden emplearse mieles intermedias del proceso azucarero (miel A ó B), e incluso partir del azúcar como materia prima, tal como se hace en Cuba para la producción de dextrana, glucosa, y sirope de fructuosa (Cordovés, 1978), tensoactivos biodegradables, etc.

Por su parte, la fracción lignocelulósica de la caña, ya sea el bagazo que resulta como residuo al extraer el jugo azucarado, o la paja (hojas y puntas), puede ser utilizada en diversas aplicaciones. El bagazo es, ante todo, un combustible que en los esquemas actuales de producción de azúcar se emplea para obtener toda la energía que requiere la fábrica. Como se verá más adelante, con esquemas térmicos eficientes, un ingenio azucarero puede autoabastecerse energéticamente, y obtener sobrantes de bagazo hasta del orden de 30%, que quedarían disponibles para otros usos.

La paja de caña puede ser también empleada como combustible en los propios centrales azucareros u otras industrias. Procesados adecuadamente por métodos químicos, físicos o biotecnológicos, tanto el bagazo como la paja, rinden alimentos energéticos de buena calidad para el ganado vacuno. Otra gran cantidad de productos de mayor valor

agregado pueden obtenerse a partir del bagazo, y ya se producen hoy a escala comercial en varios países. El bagazo sustituye a la madera en diferentes aplicaciones, en ocasiones con ventajas técnicas y económicas. Varios surtidos de tableros aglomerados, papeles y cartones, celulosa y sus derivados, xilosa, furfural y otros productos, pueden obtenerse a partir del bagazo. Cuando el bagazo se emplea para la producción de derivados, generalmente se le fija un precio basado en su valor energético y el precio prevaleciente del combustible necesario para sustitución en la fábrica de azúcar. Como promedio, puede tomarse una relación de sustitución de 5.2 t. de bagazo (50 % de humedad) por tonelada de fuel oil.

De especial relevancia económica y social para muchos países cañeros resulta la utilización del bagazo como materia prima en la industria de pulpa, papel y tableros, teniendo en cuenta los limitados recursos forestales disponibles. Este es el caso de Cuba, donde se ha dedicado gran atención al desarrollo de tecnologías en este campo. Más adelante se examinará en detalle las potencialidades del bagazo como fuente anualmente renovable de fibra.

Hasta aquí se han mencionado solamente algunos de los derivados que se han dado en llamar de "primera" o "segunda" generación. Los desarrollos científico técnicos recientes en el campo de la biotecnología, la evidencia del carácter perecedero de los recursos fósiles, principalmente el petróleo, las limitaciones en recursos forestales y la necesidad de preservarlos, la escasez de alimentos y otros factores, abren un nuevo panorama para los derivados de la caña.

Por otra parte comienzan a introducirse derivados de "tercera" y "cuarta" generación mediante la transformación de los primeros, en productos de mayor valor agregado. La sacarosa se convierte en materia prima para medicamentos como la vitamina C por la ruta glucosa-sorbitol, polímeros como el poli-hidroxi-butilato y tensoactivos biodegradables. La celulosa obtenida del bagazo permite llegar al celofán, los acetatos, rayón, carboxi-metil-celulosa (CMC), celulosa micro-cristalina, etc.

El alcohol etílico obtenido por fermentación da origen a toda una industria alcoquímica, en la que pueden obtenerse masas plásticas, acetaldehído y sus derivados y otros muchos productos. En países como Brasil, India y Perú (GEPLACEA, 1988) algunos de estos esquemas operan ya a escala comercial con resultados económicos satisfactorios.

En resumen, el número de alternativas es prácticamente interminable y existe una extensa literatura sobre el tema. El Manual de los Derivados editado por ICIDCA-GEPLACEA-PNUD (ICIDCA-ONUDI-GEPLACEA, 1985) brinda datos técnico-económicos sobre una gran cantidad de productos y tecnologías. La caña para alimento animal

Los pronósticos acerca de la población en América Latina y del Caribe, promediaban un incremento de unos cien millones de habitantes hasta el presente año 2000. En contraste, la producción total de alimentos de la región del Caribe y América Latina, en el período 1975 a 1986 decreció en un 8% aproximadamente (Preston, 1986). No son necesarias muchas más cifras para comprender el efecto en la agudización de la ya alarmante situación de desnutrición de la población de nuestro continente.

La caña puede ser no sólo lo que ha sido desde siempre, una fuente importante de calorías en la dieta por vía del azúcar, sino también un aporte de peso para la producción pecuaria en las condiciones de muchos países, con grandes déficits de cereales, pastos, otras fuentes proteicas para sostener los esquemas tradicionales de alimentación animal.

Los dos problemas fundamentales a tener en cuenta en el diseño de una base alimentaria para cualquier tipo de animal son la energía metabolizable y la proteína. El modelo que podemos llamar clásico o tradicional resuelve estos dos factores a partir de pastos de altos rendimientos, cereales y granos proteicos.

La caña de azúcar y los subproductos de la industria azucarera, ofrecen alternativas de solución tanto para la energía metabolizable como para el suministro de proteínas a los animales. Estas alternativas tienen no sólo importancia económica para los países de clima tropical, sino que representan una contribución estratégica a largo plazo para aliviar la crítica competencia entre el hombre y la ganadería en el consumo de cereales y energía (Pimentel, 1997; Preston, 1997).

#### **1.1.3.1.4. Uso integral de la caña**

Las experiencias de más de 15 años en varios países han llevado a establecer la posibilidad y las ventajas económicas de la caña de azúcar como la base energética

fundamental para la alimentación del ganado vacuno, tanto en la producción de carne como de leche (Preston, 1977; Murgueitio, 1990).

Estos sistemas adquieren especial relevancia para los países de clima tropical durante el período de seca, pues coincide que ésta es la época óptima para la cosecha de la caña y a su vez la de más crítica disponibilidad de pastos y forrajes.

Cuando se satisfacen algunos relativamente modestos requerimientos de complementación, las dietas basándose en caña integral molida pueden permitir producciones de leche de 10-12 litros por día y ganancias en peso superiores a los 800 gramos diarios (Álvarez, 1986; Preston y Murgueitio, 1988). Los requerimientos fundamentales son la adición de urea como fuente de nitrógeno, algunas cantidades mínimas de proteína verdadera (vegetal, animal o unicelular) y precursores glucogénicos como los provenientes de residuos de trigo, arroz, etc.

Las dietas óptimas dependerán de la disponibilidad y los precios de cada región, pero la experiencia indica que siempre estas raciones basándose en caña en las condiciones de la mayor parte de los países azucareros, resultan mucho más viables que los sistemas convencionales.

Un aspecto de interés es la posibilidad de incrementar el contenido de proteína verdadera de la caña mediante la fermentación en fase sólida de los carbohidratos solubles presentes en la misma. Algunas experiencias recientes de Cuba vienen dando resultados alentadores, y se comienza a generalizar el uso de un producto denominado saccharina, con contenido de proteína en el orden del 6-8 %. En este sentido, en Cuba se viene empleando no sólo la caña finamente molida, sino también el llamado "bagacillo del tandem" que se extrae de las fábricas de azúcar con una composición (contenido de fibra y azúcares) muy semejante al de la caña misma; en esta variante, se aprovecha la infraestructura industrial existente sin afectar la capacidad de la fábrica, y se obvian nuevas inversiones para moler caña.

#### **1.3.1.5. Las mieles y el jugo.**

Como alternativa al uso de la caña de forma integral hay que tener en cuenta la posibilidad de su "fraccionamiento" (Preston, 1988), es decir, separar el jugo conteniendo los azúcares, del bagazo, lo cual sin dudas brinda las ventajas de un

aprovechamiento más dirigido, que tenga en cuenta las potencialidades específicas de cada fracción.

La forma más difundida de empleo de carbohidratos solubles en la alimentación animal es la del uso de la miel final, lo cual se practica no sólo en los países productores de azúcar, pues algunos países desarrollados importan miel final (melaza) con este objetivo. Importantes trabajos de investigación realizados en Cuba desde los años sesenta, crearon las bases científico técnicas para el desarrollo de diferentes sistemas de alimentación basados en las mieles, en sustitución de cereales como fuente de energía metabolizable (Elías, 1986). En el caso de los rumiantes, para emplear la melaza como fuente de energía, al igual que al usar la caña integral, el éxito depende de una adecuada complementación. En la práctica, las alternativas más económicas de complementación utilizan urea como fuente de nitrógeno fermentable y algún forraje proteico o combinaciones de forrajes y concentrados proteicos restringidos como aporte de nutrientes sobrepasantes (Preston, 1977).

El uso de mieles para ganado vacuno se emplea en Cuba desde hace años (Figueroa y Ly, 1990) al igual que en otros países. En las dietas a base de mieles se suministra urea como fuente de nitrógeno fermentable y se complementan con algunas cantidades de forraje, minerales y proteína verdadera. En el caso de la producción porcina también existe en Cuba experiencia de varios años de trabajo investigativo y aplicación a escala comercial del uso de las mieles de caña (Figueroa y Ly, 1990). Para Cuba, donde la carne de cerdo es un componente importante en la dieta tradicional de la población y con serias limitaciones climáticas para la producción de cereales, la utilización de los subproductos de la industria azucarera, adquiere una especial relevancia. En la alimentación de cerdos con mieles, se ha demostrado que el alto contenido de sustancias no azúcares presentes en la miel final, determinan un pobre aprovechamiento del valor energético de la misma (Ly, 1989). Como alternativa, en Cuba se utiliza desde hace algunos años la sustitución de la miel final por mieles intermedias (A o B) del proceso azucarero, más ricas en azúcar, habiéndose demostrado la conveniencia económica de esta sustitución (Pérez, 1986).

Por otra parte, el uso directo del jugo de la caña para la cebs de cerdos se viene aplicando desde hace algunos años con buenos resultados, tanto técnicos como eco-

nómicos, en varios países. En Cuba existen experiencias de este tipo basadas en la extracción del jugo en pequeños trapiches o molinos de caña anexos al cebadero porcino.

Esta variante tiene el inconveniente de los bajos niveles de extracción del jugo (aproximadamente 45%), pero se logra con instalaciones sencillas y se puede aprovechar el bagazo rico en azúcar para alimentación de rumiantes. En Cuba también se ha ensayado de esta forma, pero además se viene difundiendo la práctica de emplear el jugo de primera extracción del central. Bagazo y bagacillo

Como se sabe, una fábrica de azúcar de caña puede liberar importantes cantidades de bagazo para distintos usos. El bagacillo, que es la fracción más fina que resulta de tamizar el bagazo, o cuando se desmenuza antes de enviarlo a las fábricas de papel o tableros, también es una materia prima que puede estar disponible con relativa facilidad y a bajo costo. La utilización de estos productos para la alimentación animal tiene el significativo atractivo de que se requieren inversiones modestas para la construcción y operación de las instalaciones procesadoras. Su principal limitante, en comparación con otros residuos agrícolas, es el bajo nivel de digestibilidad.

A escala comercial se han venido empleando básicamente dos tecnologías con el objetivo de aumentar la digestibilidad de estos materiales. Mezclas de bagacillo con miel final y urea se emplean en Cuba desde hace años con resultados modestos en cuanto a un adecuado aprovechamiento del material lignocelulósico (Suárez Rivacoba, 1987). El tratamiento químico alcalino con hidróxido de sodio se desarrolló en Cuba en los años 70 y se ha venido empleando extensamente. Con cualquiera de los sistemas es posible elevar la digestibilidad de los materiales, desde 30-35 % hasta valores cercanos al 60%, lo cual los hace comparable a otros forrajes y residuos agrícolas tradicionales.

Recientemente se ha comenzado a generalizar en Cuba una tecnología (predical) donde el hidróxido de sodio se sustituye por cal (hidróxido de calcio) con excelentes resultados. Estudios económicos realizados sobre estos sistemas de tratamiento (González, 1987; González y Saez, 1991) demuestran que:

El aumento de la energía metabolizable que se obtiene en cualquiera de ellos compensa los costos de los mismos. Con el aumento continuado de los precios del hidróxido de sodio y la energía, la alternativa empleando la cal se muestra altamente atractiva.

Al igual que se indicó para el uso de la caña y las mieles, una adecuada complementación de estos productos es decisiva para obtener resultados óptimos, tanto en el orden técnico como económico.

#### **1.3.1.6. Proteína a partir de la caña**

En comparación con los cereales, granos y pastos, la principal limitante de la caña y los subproductos de la industria azucarera es su casi nulo contenido de proteína. Sin embargo, los carbohidratos solubles presentes en las mieles o en el jugo pueden ser transformados en proteína unicelular mediante tecnologías de fermentación ampliamente conocidas. Desde finales de los años 70, en Cuba existen once plantas de 10-12 mil toneladas anuales de capacidad que producen levadura torula a partir de miel final. La levadura torula es un concentrado con contenido de proteína de 45-48%, en forma de polvo. Desde hace algunos años, una parte importante de la capacidad instalada se viene utilizando en forma de crema mezclada con mieles intermedias del proceso azucarero, para obtener un producto denominado miel proteica, con un contenido de proteína de 15% base seca. A partir de este producto se ha desarrollado toda una tecnología de producción porcina (Figuroa, 1990) cuyos resultados en las condiciones de Cuba, resultan económicamente ventajosos en comparación con las tecnologías tradicionales.

El uso de la levadura de recuperación en las fábricas de alcohol permite obtener magníficos indicadores tecnológicos en la ceba de cerdos garantizando buenos resultados económicos.

#### **1.3.1.7. Los residuos agrícolas**

Aunque los residuos agrícolas (hojas y puntas) constituyen alrededor del 20% del peso de la planta, hasta el presente su aprovechamiento en la mayor parte de los países es casi nula. Como ya se explicó, el “sistema cubano de cosecha”, permite concentrar en centros de limpieza de caña importantes volúmenes de residuos agrícolas.

En la actualidad operan 930 estaciones y centros de limpieza (centros de acopio), en los cuales se obtienen como promedio unas 40 toneladas por día de residuos, que dan una disponibilidad total de alrededor de 5 millones de toneladas anuales; una parte significativa de estos residuos se emplean como forraje para el ganado vacuno, de gran importancia por coincidir con la época de sequía.

El valor alimenticio de estos residuos, cuando se consumen frescos, es aún superior al de los otros materiales lignocelulósicos mencionados (bagazo y bagacillo), y son también susceptibles de su tratamiento para aumentar la digestibilidad.

Ya se mencionó anteriormente, el impacto económico y ecológico que representa la utilización de parte de estos residuos, en combinación con las excretas del ganado estabulado y la cachaza del ingenio, para la producción de compost.

#### **1.3.1.8. Caña de azúcar y energía**

Si se analiza la relación entre el valor energético de la biomasa contenida en la caña de azúcar y la energía necesaria para su cultivo y cosecha, se obtiene una relación de 20 a 1, calculada para una agricultura cañera con altos niveles de fertilización, uso de riego y cosecha mecanizada. Esto significa que la energía invertida en la producción de caña representa, cuando más, el 5% de su potencial (López y de Armas, 1980).

En términos prácticos, esta potencialidad tiene que ser expresada en alguna de las formas de uso de la energía en la vida moderna. De ellas, las de mayor importancia actual son la producción de electricidad, los combustibles para la generación de vapor en la industria y los combustibles líquidos para vehículos automotores.

El ingenio azucarero tradicional es ineficiente desde el punto de vista energético. Los consumos de vapor para procesos oscilan entre 450 y 550 kg/t de caña, cuando cifras en el orden de 350 kg y menos, pueden ser alcanzados por tecnologías y equipos conocidos y probados (Correia, 1991; Ogden, 1990). Si el objetivo de la fábrica es obtener bagazo excedente con el propósito de producir derivados o venderlo como combustible a otras empresas, los factores importantes son disminuir el consumo de vapor y maximizar la eficiencia de combustión, pero no se requieren altas presiones. En estas condiciones, con presiones relativamente bajas, de 200-400 lb/plg<sup>2</sup> se puede producir toda la energía

eléctrica y mecánica demandada y obtener excedentes de bagazo de 30% y más (de Armas y González, 1986).

Obtener buenos niveles de eficiencia en la combustión de bagazo demanda el uso de calderas modernas con hornos que permitan disminuir el exceso de aire y dotadas de superficies recuperadoras para hacer un mayor aprovechamiento de los gases (de Armas y González, 1986), las cuales son producidas hoy día por diversos fabricantes en distintos países, incluso latinoamericanos como Cuba y Brasil.

Una posibilidad que permite mejorar, con inversiones modestas, la eficiencia de calderas existentes, es la incorporación de secadores de bagazo que emplean los gases de chimenea para reducir la humedad de este combustible, desde 50%, que es como sale de los molinos, hasta niveles de 25-30%. En Cuba existen positivas experiencias con este sistema (Arrascaeta, 1988). Los nuevos ingenios construidos en Cuba en los últimos años, con esquemas y equipamiento relativamente simples, están diseñados para operar a presión de 400 lb/plg<sup>2</sup> y entregar cada zafra 40-50 mil t de bagazo y 7-8 mil MW-hr de electricidad excedente. Otras decenas de fábricas también se han ido incorporando progresivamente al sistema energético nacional y entregan excedentes que se traducen en la reducción de importaciones de petróleo.

Otras alternativas que se vienen aplicando con éxito son el aprovechamiento de los residuos agrícolas de la cosecha como combustible y la obtención de biogás mediante la digestión anaeróbica de los residuales de la industria. La utilización de los residuos de la cosecha ha sido posible gracias al sistema ya mencionado de mecanización, que permite obtener grandes volúmenes de biomasa concentrados en los centros de acopio y limpieza de caña. Con una adecuada reducción del tamaño de partícula, este producto se quema en las propias calderas de bagazo del ingenio, sin grandes diferencias con ese combustible. Alternativamente permite satisfacer las necesidades energéticas de plantas de derivados anexas al central azucarero.

La producción de biogas a partir de los residuales de la industria azucarera o de los mostos de destilería, puede aportar ahorros energéticos de consideración, además de los beneficios relacionados con la disminución de la contaminación. En Cuba y en Brasil existen experiencias a escala comercial sobre esta alternativa. Los residuos del proceso de producción de biogas, tanto el efluente líquido como los lodos, constituyen dos

elementos de alto valor como fertilizantes, retornables sin peligro ecológico a las áreas cañeras.

### **1.3.2. El bagazo como fuente de fibra renovable**

El bagazo, entre los materiales fibrosos, tiene la ventaja de que su recolección está garantizada por la industria azucarera. El problema consiste en el transporte del bagazo a grandes distancias, en función de la capacidad de la planta de pulpa y la capacidad y ubicación de los centrales que lo suministran.

Comprendiendo la importancia actual y futura del bagazo como materia prima fibrosa, en Cuba se han dedicado serios esfuerzos al trabajo de investigación para el desarrollo y perfeccionamiento de las tecnologías. Solidarias con estos esfuerzos y comprendiendo el papel que debe jugar el bagazo para gran cantidad de países en desarrollo, la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) brindó cooperación y ayuda financiera a Cuba, con lo cual se creó la Unión Investigación Producción Celulosa de Bagazo, también conocida como Proyecto Cuba-9. Los conceptos y tecnologías que se mencionan en este documento, son en gran medida resultado del trabajo de esa institución, demostrados y aplicados en sus propias instalaciones industriales (GEPLACEA, 1990). En Cuba se han estudiado los efectos de estos residuales nocivos y se han encontrado soluciones. Se ha desarrollado el uso de etapas de deslignificación y extracción alcalina con oxígeno que reducen a la mitad la generación de compuestos clorados.

El control microbiológico de la pila de almacenaje y la recirculación controlada de los licores durante el mismo, así como la sedimentación y separación de la médula húmeda, logran una disminución de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) del 90% y de sólidos del 80%.

También ha sido desarrollado el pulpeo de alto rendimiento (Bambanaste, 1988; García, 1988) así llamado por disolver solo el 15-20% del bagazo, comparado con un 45-55% de la tecnología química convencional. Los niveles de DQO son la mitad del proceso químico con recuperación. Una planta de alto rendimiento de 200 t tiene el mismo impacto ecológico que una planta de pulpa química de 44 t/día sin recuperación. Su factibilidad técnica y económica para la producción de papel periódico, medio

corrugado para cajas y otros surtidos, ha sido demostrada y reconocida internacionalmente (GEPLACEA, 1990).

Al evaluar los componentes minerales de la cenizas del bagazo (Cuadro 9) de caña de los centrales azucareros, estos reportaron los siguientes valores Siendo escaso el cobre, y de poca importancia los niveles de Cobalto, Molibdeno y Manganeso. Una ventaja importante de la tecnología química mecánica es que su economía de escala y alto rendimiento hace rentables pequeñas plantas de pulpas anexas a centrales azucareros entregándole todo el bagazo como excedente energético.

Como conclusión se puede afirmar, que la contaminación generada por los residuales de la producción de pulpa y papel a partir del bagazo, puede hacerse dentro de los límites establecidos para la industria de madera si se usan soluciones tecnológicas existentes, así como el empleo de nuevas tecnologías, como el pulpeo de alto rendimiento.

Las demandas crecientes de la humanidad de productos derivados de la fibra, junto a la imperiosa necesidad de conservación de las reservas forestales, encuentran en el bagazo de caña una alternativa de gran peso económico y ecológico. (Suárez y Morín, 2005).

**Cuadro 9 Composición mineral de las cenizas de los centrales azucareros al quemar bagazo de la caña de azúcar**

| <b>MINERALES</b>  | <b>%</b> |
|-------------------|----------|
| <b>Aluminio</b>   | 0,79     |
| <b>Calcio</b>     | 2,8      |
| <b>Manganesio</b> | 2,1      |
| <b>Fósforo</b>    | 0,45     |
| <b>Silicio</b>    | 38,5     |
| <b>Hierro</b>     | 1,05     |

## **1.4. Comportamiento de la Cerda**

### **1.4.1. Etapa de gestación**

La etapa de gestación incluye los parámetros de gestación una vez confirmada con ultrasonido de 30 y 45 días de avance. siendo necesario garantizar en el animal un

desarrollo adecuado teniendo en cuenta fundamentalmente una alimentación no excesiva que conduzca a la acumulación de grasa, si se tiene en cuenta los cambios sutiles en el peso de los animales y que sepan como indicar cuales están recibiendo alimento de más o de menos, (Gentilini, 2000) recomienda el uso del medidor de grasa dorsal para determinar el manejo alimenticio.

En la porcicultura tecnificada se utilizan líneas genéticas que tienen un comportamiento reproductivo similar, sin embargo el desempeño de la tasa de parición esta afectado por diversos factores, entre los mas importantes esta la nutrición, ambiente y manejo (Ndu et al, 2000).

Gibson et al (2003) en un estudio de 442 cerdas encontró una fertilidad servicio parto de 84.9 %. Y John y Wahner (2002) determinaron la fertilidad en 775 cerdas siendo esta de 83.5%. En México Trujillo, et al. (2002) indica que la tasa de parición es de 77.3 %, y Muirhead y Alexander, (2002) en Inglaterra encontraron el 85%.

Por otra parte Hafez, (1998) propone que el valor de la tasa de parición es  $> 87\%$ . Este parámetro es el que finalmente determina el flujo de producción semanal con el nacimiento de los cerdos que determinan el tamaño de los grupos de cerdos para el optimo uso de las instalación y la aplicación adecuada del sistema de producción todo dentro todo fuera teniendo en cuenta que la gestación adecuada permite mantener este flujo.

Si cada día se hacen correctamente las cosas pequeñas generalmente el resultado final será la productividad alta deseada como lo indican Ronald y Chistenson (1999),

Por otra parte algunos de los indicadores reportados Indican que la mortalidad prenatal es de 35 – 45 %, durante el desarrollo embrionario temprano, en este estudio se utilizaron 38 camadas, numero de ovulaciones 14, numero de embriones 10.8 (Graham, et al.,1999). Mientras que Ortiz, (2001) encontró que el numero de partos promedio al que se eliminan las cerdas es al 3.5 partos sugiriéndose fundamentalmente que las cerdas socialmente subordinadas tienen problemas en ciclar cuando están en grupos,

En la base de datos de granjas mexicanas publicadas por PigChamp (1997) se menciona un tamaño de camada de 10,1.

Zagumennov y Tkachenko (2001) valoraron el tamaño de la camada en cerdas híbridas Landrace X Yorkshire encontrando 9.5 nacidos vivos, mientras Batista (1998) indica que en granjas del Noreste el promedio de nacidos vivos es de 10.

Como se ha observado en esta etapa es fundamental el número de servicios así como forma de alojamiento y organización de los animales para obtener resultados adecuados.

Otro aspecto a tener en consideración se refiere a los resultados de Lund, et al (2002), que al evaluar 36 769 cerdas Landrace y 23 179 Yorkshire, obtuvo que el tamaño de la camada al nacer no presentó diferencia significativa con valores de 10.2 y 10.4 respectivamente, lo cual indica que estas razas puras en condiciones tecnificadas de explotación su prolificidad no se manifiesta totalmente. También Lund, et al (2002), analizó la relación entre los efectos genéticos directos o genéticos maternos sobre el tamaño de la camada. Número de lechones nacidos. Nacidos vivos. Los efectos estimados de la heredabilidad ( $p < 0.05$ ) en la raza Landrace se comportaron con una correlación negativa -0.39 y -0.41 entre efectos genéticos directos y maternos en sobrevivencia hasta tres semanas. Esta correlación no fue significativa en la raza Yorkshire. Los resultados mostraron que la selección por el número de nacidos sólo permite ver un deterioro en la habilidad materna de las cerdas. La selección por sobrevivencia en el pre-destete podía alcanzarse por la selección directa sobre los componentes maternos.

El tamaño de la camada esta formado por los nacidos totales en los que se incluyen los nacidos vivos, muertos, y momificados. PIC (2002) reporta 10.2 nacidos.

El peso de los nacidos vivos es inversamente proporcional al tamaño de la camada y juega un papel importante en la viabilidad de los lechones que determina el número de destetados por cerda, la mejor manera de evaluar el desempeño reproductivo de las cerdas es a través de los cerdos destetados por cerda por año, (Ronald y Chistenson, 1999) han reportado que las cerdas con un manejo adecuado logran producir 25 lechones destetados al año.

Otro aspecto considerado actualmente se refiere a la alimentación de las cerdas en esta etapa ya señalado anteriormente, no obstante Aubearch, y Ranft, et al (2001), sugiere que la administración de *Saccharomyces cerevisiae* (paredes celulares de levaduras Pycw) durante la gestación a dosis de 8 y 8.75 g/cerda/día. no afectó la eficacia del parto, pero si incremento el número de lechones por camada y el peso vivo del lechón al final del estudio. La ganancia diaria de peso del lechón durante el periodo experimental fue alto, mientras que el número de lechones retrasados se redujo. Por tanto suplementar con Pycw mejoró la salud resultando en menor tratamiento medicamentoso de la cerda. También se ha usado por Cassanelli, (2001). los probióticos particularmente exitosos como aditivos en el alimento en etapas críticas de la crianza: los primeros días de vida, destete y la gestación, indicando Bruins, et al, (2000). que tales situaciones, sustratos suplementados por intervención nutricional pueden asistir a la alteración de los órganos del metabolismo de las proteínas en una rápida recuperación.

Dial, (1998) determino los nacidos muertos en 3%, La base de datos de pig champ de granjas mexicanas reporta un estudio de 70000 partos donde el porcentaje de nacidos muertos fue del 5% (Stephano, 1998). Mientras Milligan (2002) estudiando 52 partos encontró un porcentaje de nacidos muertos del 5.8%.

Los lechones nacidos momificados se deben a falta de espacio uterino en camadas muy numerosas, temperaturas elevada y enfermedades reproductivas de etiología viral (Johnson, 2003). Una de las causas mas importantes de nacidos muertos es el síndrome reproductivo y respiratorio de los cerdos (PRRS) que causa hasta el 12% de momificados durante el brote de la enfermedad (Gillespie y Carroll, 2003).

Suslina, et al (2001) encontraron en un estudio que el peso de la camada al nacimiento es de 10.48 en cerdas Landrace sin precisar el peso individual, por otro lado Zagumennov y Tkachenko (2001) determinaron el peso promedio al nacimiento en 1.15 kg. En granjas de México se ha estudiado este parámetro por Godoy (1996) en una granja de Guanajuato donde evaluó el peso al nacer que fue de 1.36 kg.

Kamyk, et al (2001) evaluaron 2235 camadas y encontraron que el intervalo entre partos fue de 194 a 206 días. En una granja mexicana se reporto por Godoy (1994) un intervalo de 170 días.

En un estudio hecho por Woodworth, et al (2003) evaluaron el desempeño reproductivo de las cerdas y encontraron un intervalo entre partos de 172 días. Sin embargo PIC (2002) propone para sus líneas maternas comerciales 149 días.

Los resultados anteriores sugieren que en esta etapa es esencial el empleo de una alimentación y manejo adecuado para lograr camadas numerosas y que las cerdas estén en condiciones óptimas para su etapa más difícil, la lactancia.

#### **1.4.2. Etapa de Lactancia.**

El observar camadas numerosas de lechones saludables es muy frecuente durante los 17 a 21 días que dura esta etapa en esta etapa, Bikker y Boch, (2003) y (Campabadal, 2001) recomiendan que las cerdas consuman por lo menos 6 kilos de alimento por día en promedio durante los días de lactancia y el alimento debe tener el 17% de proteína y 2450 kilocalorías por kilo para garantizar un buen desempeño reproductivo.

La edad de destete reportada va desde 11 hasta 28 días, lo mas frecuente es de 21 días en la actualidad. Orgeur, et al (2002) evaluaron el peso al destete a los 28 días encontrando un peso de 7.9 kg. Lawlor, et al (2001) analizaron 30 camadas destetadas a 11 días con 3.8 kg hasta el destete.

La edad al destete se ha reducido de 45 días hasta 11 gracias a la disponibilidad de alimentos de alto valor biológico (Tercia, et al, 2001). Otro factor que ha obligado a disminuir la edad al destete son los problemas de enfermedades, al destetar a menor edad se rompen los ciclos de las enfermedades como App entre otras (Regula, et al, 2000).

El peso de los lechones al destete depende principalmente de la genética, nutrición de las cerdas, numero de partos, días de lactancia el manejo. Quiniou, et al. (2000), en nueve grupos de cerdas de 2 a 6 partos les midió su comportamiento productivo a

diferentes temperaturas, 25°C - 29°C, y otro grupo de 25°C – 33°C. lactancia de 21 días. Obteniendo que el consumo de alimento fue de 4.947 kg. – 3.387, pérdida de grasa dorsal 2.7 – 3.5, destetando a los cerdos con un peso 6.9 – 5.84 kg. y una pérdida de peso entre 25 – 29 Kg, obteniendo que esta diferencia aparentemente no ha sido fundamental en este tipo de instalaciones Tecnificadas.

Santos (1995) determino un peso promedio de 6.8 kg. a 26 días de edad en un sistema de producción de ciclo completo.

Un aspecto importante en esta etapa se refiere a las características de la camada al nacimiento, así Van der Lande et al. (1999), al evaluar 192 partos encontraron el 2.4% de momificados de 10 – 21 cm largo, y Marchant, et al. (2001), evaluando 24 cerdas York X landrace de 1 – 7 partos determinó la mortalidad en maternidad obteniendo Nacidos vivos 268. Nacidos muertos 32 y 7 días después murieron 67 para una Mortalidad del 25%, como se observa esta mortalidad es bastante elevada, sobre todo si se desea que la producción sea rentable.

Un aspecto importante es nivelar las camadas de acuerdo al numero y peso de los lechones, con el fin de lograr un buen desempeño de los lechones se deben hacer donaciones y adopciones para lograr destetar 25 lechones por cerda por año (Gajecki et al, 1999). Durante el proceso de donaciones según (Schneider et al, 2002) hay lechones que necesitan de una atención especial por lo que sugiere que es necesario mantener durante esta etapa una vigilancia permanente.

Por otra parte durante la Lactancia es necesario tener en cuenta la alimentación a utilizar sobre todo si se desea realizar el destete a los 21 días así Domacinovic et al. (2001), considerando los efectos observados por las enzimas y la micronización, indica que estos métodos de tratamiento de ingredientes para el alimento con raciones para lechones están justificados, también Jadamus, et al. (2002) determinó que la tendencia de los probióticos como los bacilos, presentan evidencia de modificar la población microbiana de las heces de la cerda ayudando esto la flora intestinal común y la actividad metabólica de los lechones observándose una reducción en la mortalidad hasta del 15%.

Los aplastamientos de los lechones durante la lactancia es una de las causas más importantes que se relaciona con el diseño de las jaulas paridero, en el estudio se determino un 9% de mortalidad en jaulas con barras de protección y el 12% en jaulas sin barras de protección (Faber, et al 2003).

Rooke et al (2001), comenta que la incidencia de la mortalidad pre-destete en lechones decreció significativamente con el incremento individual del peso al nacimiento, mejorando la alimentación de la cerda antes, durante y después del parto. Aumentó la mortalidad cuando los lechones tuvieron un promedio de bajo peso al nacimiento. Los destetados por cerda por año depende de los destetados por camada, camadas destetadas por año, nacidos vivos por camada, y el porcentaje de mortalidad en lactancia. Según Huerta et al (2003) al realizar un estudio del desempeño de 174 796 cerdas en el clima frío y templado de México en el cual determinaron 18.1 destetados por hembra por año.

Las camadas por cerda por año. depende de los valores de los días de gestación, largo de lactancia y los días no productivos, Batista (1998) recomienda un presupuesto de 2.3 camadas al año. Tal como se ha visto durante la Lactancia los aspectos fundamentales a considerar se refieren a la atención del parto y alimentación de los lechones y Cerdas en esta etapa, lográndose en la actualidad con alimentos adecuados lograr destetes a los 21 días y estados de la cerda adecuado para el próximo parto.

### **1.5. Conclusiones**

Tal como se ha visto en esta revisión, la alimentación de los cerdos en edades tempranas exige que se empleen alimentos de alta calidad destacándose el uso de diferentes promotores de crecimiento.

Por otra parte el Carbón y la caña de azúcar presentan una serie de propiedades que permiten su empleo en los cerdos durante la Lactancia , El primero por su características físicas y de absorción y el segundo por la presencia de sacarosa elemento edulcorante de alta palatabilidad para los cerdos lactantes, es necesario destacar como durante el proceso de fabricación del azúcar el bagazo de la caña es utilizado como combustible en los centrales azucareros, presentando sus cenizas valores de minerales aceptables sobre todo el aluminio y la sílice.

Es necesario además tener presente que la Cerda Lactante no logra que los cerdos que amamanta alcancen valores elevados aunque éstos posean un alto potencial genético lo que exige para obtener animales con pesos elevados al destete en períodos cortos (21-28 días) que se les suministre durante esta etapa un alimento de alta calidad a los cerdos lactantes, con la característica de que sea palatable y altamente nutritivo.

Por todo lo anterior es evidente que si se emplean alimentos de baja calidad será necesario entonces adicionarle un producto a los mismos de tal forma que le permita lograr su máximo aprovechamiento, siendo probablemente una solución a esta problemática el emplear un promotor que posea como materia prima el Carbón, Azúcar y Minerales.

## **CAPÍTULO 2. CONDUCCIÓN EXPERIMENTAL**

## **CAPÍTULO 2. CONDUCCIÓN EXPERIMENTAL**

### **2.1. Introducción**

Teniendo en cuenta que los cerdos lactantes para poder alcanzar un peso al destete adecuado, necesitan durante su última etapa, o sea a partir de los 7 días aproximadamente el consumo adicional de un alimento de alto contenido nutritivo, que sea activo al máximo por estos animales.

Es objetivo en este experimento preliminar añadir un promotor de crecimiento que le permita al animal realizar un metabolismo adecuado utilizando sustancias ténicas activas para incrementar su aprovechamiento, así como minerales y edulcorantes para mejorar su consumo y deficiencias que puedan presentar la leche materna.

### **2.2.- Materiales y Métodos**

El trabajo experimental se realizó en la granja “Charles Morell de la Empresa Porcina de Camagiüey”, ubicada en la carretera Paso de Lezca km 6 ½. Limita al norte con el batey Santa Teresa, por el sur y el este con la Empresa Forestal Integral y al oeste con el camino de Santa Teresa.

El experimento se llevó a cabo para evaluar el comportamiento productivo al comparar las respuestas obtenidas al ser utilizado el promotor de crecimiento.

Se tomaron los datos de la nave de maternidad, siendo 16 bóxer distribuidos de la siguiente forma:

Cuatro bóxer para cada tratamiento con su nivel correspondiente. Cada bóxer estaba compuesto por cunas alemanas de tal forma que limita la movilidad de la Cerda con dos protectores laterales, piso rasurado, tetinas y comederos circulares para los cerdos lactantes, cada camada tenía 10 crías aproximadamente.

El pienso utilizado para la Cerda corresponde a la Categoría de Lactantes y a las crías de inicio. Suministrado dos veces al día, 8:00 a.m. y 4:00 p.m. mediante recipientes previamente tarados.

Se les determinó el peso a los cerdos lactantes de forma individual en los siguientes momentos:

Al nacer

Al reagrupe (2do día aproximadamente)

A los 14 días

A los 21 días

Al destete.

Los días 14 y 21 fueron seleccionados 4 cerdos de tal forma que de cada camada se escogió el más pequeño, el más grande y dos aleatoriamente de los restantes, con vistas a determinar su peso vivo utilizando una balanza de Reloj con una capacidad de 25 kg y una apreciación de 0,1 kg. Certificada por la CEN.

Para la evaluación del peso vivo de la Cerda se le determinó su perímetro torácico los días 1, 14 y 28 de lactancia mediante una cinta métrica de 3 m y una apreciación de 0,1 cm para con posterioridad realizar el cálculo según la siguiente expresión sugerida por Crevat (Montilla 1970)

$$\text{Peso} = 75 C^3$$

Donde Peso: Expresado en kg.

C: Perímetro torácico en cm.

La conformación de las Cerdas Lactantes se determinaron según los criterios que se muestran en el Anexo 9 los días 1, 14 y 28.

El alimento suministrado fue el pienso de inicio comercial (Anexo 6) a partir de los siete días no siendo este el más indicado para esta categoría (Anexo 7) pero era el existente para dicha investigación.

A este alimento le añadieron el promotor de crecimiento compuesto por carbón vegetal, azúcar parda y cenizas de central (Anexo 10), el mismo se preparó de la siguiente forma:

Se trituró el carbón hasta obtener partículas menores de 2 mm aproximadamente, se añadió azúcar de caña cruda (Parda) y luego se le adicionó la ceniza de centrales azucareros que emplean como combustible después de arrancar el bagazo de la caña de

azúcar. Todo estos elementos se mezclaron manualmente hasta lograr un producto homogéneo el cual fue llamado promotor de crecimiento.

Este producto (Promotor de crecimiento) se le añadió el pienso en diferentes proporciones hasta formar los diferentes tratamientos:

**Tratamiento 1:** Pienso comercial con **0 %** promotor de crecimiento

**Tratamiento 2:** Pienso comercial con **3 %** promotor de crecimiento

**Tratamiento 3:** Pienso comercial con **5 %** promotor de crecimiento

**Tratamiento 4:** Pienso comercial con **7 %** promotor de crecimiento.

Para la determinación del consumo de los cerdos lactantes se evaluó los días 14, 15 y 16 en la primera etapa y el día 21, 22 y 23 para la segunda etapa, cada uno de estos días a las 8:00 a.m. pesó el producto restante en los comederos circulares, los resultados obtenidos en cada etapa se promediaron y de acuerdo al tamaño de la camada se determinó este indicador individualmente.

La conversión fue otras de las variables estudiadas dividiendo el consumo total del alimento entre el incremento total del peso hasta los momentos analizados (1era etapa y 2da etapa). Se realizó varias observaciones en las camadas experimentales para diagnosticar la incidencia de la diarrea obteniéndose como respuesta que la misma no se presentó en los animales experimentales.

### **Procedimiento estadístico**

El modelo utilizado fue el siguiente

#### ***Indicadores ponderales***

$$Y_{ijk} = \mu + t_j + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = respuesta evaluada (Peso inicial, Peso al reagrupe, Peso a los 14 días. Peso a los 21 días, Peso al destete, Ganancia diaria, Ganancia 14-21 y Ganancia 21-destete)

$\mu$  = Constante general

$t_j$  = Nivel de Promotor    J: 1 = 0% , 2 = 3% , 3 = 5% y 4 = 7%

$e_{ijk}$  = Error experimental

#### ***Indicadores de comportamiento***

$$Y_{ijk} = \mu + m_i + t_j + m^*t_{ij} + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = respuesta evaluada (Consumo, Conversión, Pérdida Peso Cerda y Condición Corporal)

$\mu$  = Constante general

$m_i$  = Momento

$i$ : 1 = 16 días , 2 = 21 días (Consumo y Conversión)

$i$ : 1 = 1 día, 2 = 14 días, 3 = 21 días (Pérdida de Peso y Condición Corporal).

$t_j$  = Nivel de Promotor J: 1 = 0% , 2 = 3% , 3 = 5% y 4 = 7%

$m*t_{ij}$  = Interacción del Momento \* Nivel de Promotor

$e_{ijk}$  = Error experimental

La unidad experimental para los indicadores ponderales y de la cerda consistió en el animal y para consumo y conversión el Bóxer

Los datos se procesaron por sistema computarizado mediante el programa estadística SPSS. Versión 11.5 utilizando el ANOVA y la prueba de comparaciones múltiples de Duncan en los momentos que fue necesario, todas las decisiones estadísticas se realizaron para un nivel del 5%.

A los indicadores evaluados se les hizo la prueba de normalidad (Anexo 1) cumpliéndose las hipótesis de base para efectuar el ANOVA, los resultados de este análisis aparecen en los anexos 2, 3, 4 y 5.

## 2.3.- Resultados y Discusión

### 2.3.1. Resultados.

Al evaluar el peso vivo de la camada en las primeras 3 semanas de su crecimiento se puede observar (Tabla 1), como el mayor peso inicial lo poseen aquellos animales que no se le suministra el promotor de crecimiento (0%).

**Tabla 1. Evaluación del peso (kg) de los Cerdos durante la lactancia**

| Indicador     | Nivel de Promotor |                   |                   |                   | ± E.S | Sign |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|------|
|               | 0%                | 3%                | 5%                | 7%                |       |      |
| Peso Inicial  | 1,42 <sup>a</sup> | 1,28 <sup>b</sup> | 1,16 <sup>c</sup> | 1,31 <sup>b</sup> | 0,015 | *    |
| Peso Reagrupe | 1,84 <sup>a</sup> | 1,48 <sup>b</sup> | 1,50 <sup>b</sup> | 1,45 <sup>b</sup> | 0,029 | *    |
| Peso 14 días  | 3,84 <sup>a</sup> | 3,21 <sup>c</sup> | 3,34 <sup>b</sup> | 3,44 <sup>b</sup> | 0,050 | *    |
| Peso 21 días  | 5,08 <sup>a</sup> | 3,99 <sup>b</sup> | 4,92 <sup>a</sup> | 5,04 <sup>a</sup> | 0,077 | *    |

NS  $p > 0,05$

**a b c Indican Diferencia significativa dentro de cada fila (Duncan)**

Durante el reagrupe, nótese que entre los niveles utilizados del 3, 5 y 7% no difieren significativamente, sin embargo no se pudo lograr esto para el 0% de promotor utilizado, o sea los animales que consumieron promotor iniciaron el experimento con pesos más bajos pero iguales entre sí, este resultado nos permitirá valorar más eficientemente los efectos que pueda ocasionar el producto utilizado.

Al determinar el peso de la camada a los 14 días o sea 7 días posteriores al inicio del consumo del promotor de crecimiento por los lechones, el nivel del 0% mantiene la diferencia significativa con valores superiores, sin embargo 7 días después, o sea a los 21 días, nótese como los niveles del 5 y 7% presentan el mismo peso que el 0%, ya que entre ellos no presenta diferencia significativa, no ocurriendo así para el nivel bajo de promotor empleado (3%).

Valoremos como ha sido las variaciones de peso y el consumo de alimento con promotor en los animales estudiados (Tabla 2)

**Tabla 2. Ganancia (g) y consumo de alimento seco (g) de los Cerdos Lactantes**

| Indicador                    | Nivel de Promotor  |                    |                    |                    | ±    | Sign |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|------|
|                              | 0%                 | 3%                 | 5%                 | 7%                 |      |      |
| <b>Ganancia 14-21 días</b>   | 186,2 <sup>b</sup> | 109,2 <sup>c</sup> | 209,8 <sup>b</sup> | 271,6 <sup>a</sup> | 7,51 | *    |
| <b>Ganancia 21-Destete</b>   | 138,0 <sup>c</sup> | 206,1 <sup>a</sup> | 201,6 <sup>a</sup> | 201,5 <sup>a</sup> | 4,22 | *    |
| <b>Consumo 16 días</b>       | 28,1 <sup>a</sup>  | 25,0 <sup>ab</sup> | 21,9 <sup>b</sup>  | 21,9 <sup>b</sup>  | 1,38 | *    |
| <b>Consumo a los 23 días</b> | 118,7 <sup>a</sup> | 115,6 <sup>a</sup> | 93,7 <sup>ab</sup> | 87,5 <sup>b</sup>  | 5,89 | *    |

**NS p > 0,05**

**a b c Indican Diferencia significativa dentro de cada fila (Duncán)**

Nótese como los niveles altos de promotor utilizado (5 y 7%) logran los mejores ganancias diarias tanto en la primera etapa de 14 – 21 días como en la segunda (21 – Destete), el nivel del 3% sólo lo logra al final, este resultado confirma lo ya señalado anteriormente,

Por otra parte cabe destacar la eficiencia de este promotor ya que precisamente los consumos más bajos están referidos a su empleo, es necesario destacar que el pienso de inicio utilizado no es de la mejor calidad para este tipo de animales (Anexo 6) ya que su contenido proteico es bajo (18%) lo que conlleva que si no es utilizado un estimulador del crecimiento, el cerdo no dispone de los elementos necesarios para incrementar su eficiencia.

Si se tiene en cuenta que la composición de este promotor contempla una elevada proporción de carbón vegetal que presenta como característica fundamentales su carácter tensoactivo, adsorción y absorción de los elementos del medio conduce a que este tenga respuestas digestivas adecuadas, independientemente de su posible acción como antiséptico lo cual impide la posible acción de microorganismos patógenos. Es necesario destacar que durante la etapa analizada en los animales experimentales no se presentó casos de diarreas, sin embargo algunos boxers no incluidos en el estudio y de la misma nave se afectaron por esta causa.

Analicemos como ha sido los rasgos de comportamiento productivo general de los cerdos durante la Lactancia (Tabla 3)

**Tabla 3. Rasgos de comportamiento productivo de los Cerdos Lactantes**

| Indicador                               | Nivel de Promotor  |                     |                    |                    | ±    | Sign |
|---|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------|------|
|   | 0%                 | 3%                  | 5%                 | 7%                 |      |      |
| <b>Edad Destete (días)</b>              | 29,5 <sup>d</sup>  | 28,5 <sup>c</sup>   | 28,0 <sup>b</sup>  | 27,1 <sup>a</sup>  | 0,08 | *    |
| <b>Peso al Destete (kg)<sup>a</sup></b> | 6,21 <sup>a</sup>  | 5,52 <sup>b</sup>   | 6,32 <sup>a</sup>  | 6,28 <sup>a</sup>  | 0,73 | *    |
| <b>Ganancia diaria (g/día)</b>          | 162,2 <sup>b</sup> | 149,0 <sup>b</sup>  | 184,5 <sup>a</sup> | 183,1 <sup>a</sup> | 0,14 | *    |
| <b>Consumo Promedio (g/día)</b>         | 73,4 <sup>a</sup>  | 70,31 <sup>ab</sup> | 57,8 <sup>ab</sup> | 54,7 <sup>b</sup>  | 5,55 | *    |
| <b>Conversión<sup>&amp;</sup></b>       | 0,45               | 0,47                | 0,31               | 0,30               | 0,72 | NS   |

NS p > 0,05

a b c Indican Diferencia significativa dentro de cada fila (Duncán)

& kg alimento seco consumido/ kg de aumento

En cuanto a la edad del destete podemos apreciar (Tabla 3) que a medida que se incrementa el nivel de promotor, disminuye los días de estancia del animal, cabe destacar como prácticamente a los 28 días se logran destetar los animales con un peso adecuado siempre que se utilice el promotor en dietas con alimentos de baja calidad.

La ganancia diaria y el consumo fueron mejores cuando los niveles de promotor fueron elevados o sea el 5 y 7%. Por otra parte nótese como no difiere la conversión lo que indica la alta efectividad de este producto, aunque es necesario destacar como el 5% presenta la tendencia a incrementar este indicador.

Teniendo en cuenta que estos animales no consumen solamente el alimento seco suministrado, sino que dependen en gran medida de la leche suministrada por la madre, analicemos entonces como ha sido el comportamiento de las mismas durante esta etapa.

En primer lugar valoremos el comportamiento de la Cerda teniendo en cuenta dos aspectos, su pérdida de peso y su conformación corporal, de acuerdo a los resultados obtenidos al efectuar el ANOVA (Anexos 3 y 4), se puede observar como no se presenta significación para la interacción (m\*t), lo que indica la independencia de estos dos factores en estudio, el momento analizado (1, 14 y 21 día) y el nivel de promotor (0, 3, 5 y 7%).

Valoremos el primer factor (momento), la Tabla 4 muestra como ha sido la pérdida de peso por parte de la Cerda durante la lactancia.

**Tabla 4. Comportamiento de la cerda durante la Lactancia.**

| Indicador                                 | Días Lactando     |                    |                    | ± ES  | Sign. |
|---|-------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|
|   | 1                 | 14                 | 28                 |       |       |
| <b>Perdida del Peso (kg) <sup>a</sup></b> | 0,00 <sup>c</sup> | 5,92 <sup>b</sup>  | 11,00 <sup>a</sup> | 0,149 | *     |
| <b>Conformación Corporal</b>              | 2,18 <sup>a</sup> | 1,84 <sup>ab</sup> | 1,50 <sup>b</sup>  | 0,129 | *     |

Letras distintas dentro de cada fila difieren significativamente (Duncán)

\*  $p < 0,05$

a Calculado según la fórmula  $\text{Peso} = 75 \times (\text{Perímetro Torácico})^3$  (Montilla 1970)

Como se puede apreciar la variación de del peso y conformación corporal de la cerda presentó diferencia significativa lo cual es evidente ya que los cerdos lactantes se encuentran en pleno desarrollo.

Si se tiene en cuenta las sugerencias de la NRC (1998), anexo 8, se observa como para una pérdida de aproximadamente del peso vivo se debe esperar que la camada presente ganancia de peso de aproximadamente 150 gramos para destetes a los 30 -35 días o sea pesos de aproximadamente 5,5 – 6,00, si ellas reciben alimentos de alta calidad (12,1 Kcal) y los lechones son alimentados con piensos de alta calidad (21% de Proteína Cruda, Anexo 7)

Por otra parte es necesario destacar como éstas Cerdas presentan una conformación corporal deficiente (Anexo 9), o sea no se encuentran en condiciones adecuadas para

amamantar a los lechones, téngase en cuenta que para que estos animales realicen una buena crianza de la camada se sugiere que estos valores estén en el orden de 3,75 aproximadamente. El hecho de finalizar con valores tan bajos (1,50) sugiere que las mismas tendrán dificultades para la siguiente etapa, lo que conlleva a la necesidad de realizar sobre ellas un buen trabajo tecnológico en la alimentación y cubrición.

Al analizar estos rasgos en la Cerda de acuerdo a los niveles de promotor utilizado observe en la Tabla 5 como ha sido su comportamiento.

**Tabla 5. Comportamiento de la Cerda durante la lactancia de acuerdo al consumo de los distintos niveles de promotor a la camada**

| Indicador                                 | Nivel de Promotor |      |      |      | ± E.S | Sign |
|---|-------------------|------|------|------|-------|------|
|   | 0%                | 3%   | 5%   | 7%   |       |      |
| <b>Pérdida del Peso (kg) <sup>a</sup></b> | 4,59              | 7,77 | 6,19 | 4,02 | 1,110 | NS   |
| <b>Conformación Corporal</b>              | 1,69              | 1,93 | 1,81 | 1,93 | 0,149 | NS   |

**NS p > 0,05**

<sup>a</sup> Calculado según la fórmula  $\text{Peso} = 75 \times (\text{Perímetro Torácico})^3$  (Montilla 1970)

De acuerdo a estos resultados, nótese como no se produce diferencias significativa en los indicadores evaluados, o sea el consumo de promotor por los cerdos lactantes no ha producido variaciones en el suministro de leche que pudiera afectar el incremento de las variaciones de peso en la cerda así como su desgaste que se pueda evaluar a partir de la conformación corporal del animal, concretamente aparentemente este producto no indujo el incremento de consumo de leche, partiendo de que todas las Cerdas consumieron el mismo tipo de alimento y la misma cantidad,. por lo tanto la movilización de las reservas del animal para la producción de leche ha sido la misma

Por otra parte si tenemos en cuenta que la Cerda no incrementó su desgaste tal como se analizó anteriormente, esto nos hace valorar que el alimento seco consumido ha sido aprovechado más eficientemente por estos animales, cabe destacar que el nivel del 3% parece que es bajo y no logra que los animales mejoren este indicador.

Los gráficos 1, 2, 3 y 4 demuestran de forma esquemática los niveles de 5 y 7 % van incrementando sus valores logrando estar por encima en el peso al destete sobre el control (0 %). El gráfico 4 muestra crecientemente el comportamiento de la ganancia diaria donde los niveles 5 y 7 son superiores significativamente.

### **2.3.2. Discusión**

En estudios realizados con otros promotores de crecimiento (Méndez 2004) como la Damiana de California biostimulada no mostró diferencias significativas en la conversión para los niveles estudiados, con la característica que en el período analizado por este autor el único producto suministrado fue el alimento seco, sugiriendo este autor como la causa de los valores alto de comportamiento obtenido al incremento metabólico producto del incremento de la actividad hormonal, lo cual puede haber ocurrido en este trabajo a causa del suministro de lo minerales y su posible efecto en la coenzimas.

Shuller et al (2002) plantea que los cerditos que recibieron el alimento suplemental con un promotor de crecimiento orgánico mejora la conversión alimenticia hasta un 11 %, estos resultados sin embargo en nuestro caso no ha sucedido así, probablemente porque en el período analizado su consumo es poco, se debe destacar que el promotor utilizado en este experimento es rico en minerales por parte de la ceniza del central y de gran absorción intestinal a causa del carbón vegetal utilizado, téngase en cuenta que este último por poseer una estructura exagonal en forma de capas y gran cantidad de oquedades a causa de las paredes estructurales de la planta que han perdido su contenido celular, permite que se absorba gran cantidad de líquidos en el estómago e intestino, lo que permitiría que los elementos nutritivos se expongan con más facilidad al ataque enzimático de los jugos digestivos y consecuentemente mejor aprovechamiento de los nutrientes conduciendo al posible incremento de los rasgos de comportamiento productivo.

Grela et al (2002) indica que los promotores de crecimiento mejoran el peso final y la ganancia de peso en los recién nacidos y cerdos destetados y disminuye el número de crías retrasadas al destete, al igual que Li Siyuan et al (2001) al suministrar en la alimentación de los cerditos lactantes promotores de crecimientos para incrementar la ganancia diaria de peso coincidiendo estas respuestas con las alcanzadas en este experimento.

Al trabajar con crías lactantes y lechones destetados Manzanilla et al (2001) plantea que no tuvo efecto sobre la ganancia diaria de peso, cuando se le suministro un promotor de crecimiento fitógeno, mientras que Grela et al (2001) valora la efectividad de este aditivo (fitogénicos) en cerditos lactantes al obtener mejores ganancias diarias cuando este promotor se incluye en el alimento estos resultados contradictorios precisa que la acción fitogénica de este tipo de promotor no se encuentra completamente definida, lo que conduce a valorar que el utilizado en este experimento aparentemente no presenta las características de éstos.

Por otra parte Masuda et al (2001) plantean que la excesiva cantidad de Cu y Zn en la dieta no es necesaria en el crecimiento de los cerdos. Además, sugiere que el empleo de la fitasa de la dieta mejora la utilización del Zn, mientras Li et al (2001) ha suplementado con óxido de zinc la dieta, obteniendo cambios en la morfología del epitelio del intestino delgado permitiéndole la digestibilidad y la absorción de los nutrientes en cerdos recién destetados. Otro mineral se ha utilizado por Mathews et al (2001) valorando los efectos de la dieta adicionada con cromo sobre el crecimiento y se observó un incremento significativo en la ganancia diaria de peso, estos resultados son similares a los citados por Yu Dongyou y Xu Zirong (2001).

En el experimento realizado con el promotor de Carbón-Cenizas-Azúcar los resultados del peso al destete y la ganancia diaria se mejoraron con su adición, sobre todo cuando sus niveles son altos (5% y 7%), que consideramos puede haberse provocado por la acción mineral que pudiera haber realizado las Cenizas sobre todo si se tiene en cuenta los niveles altos de silicio y hierro que posee (Anexo 10).

En todos los casos los animales experimentados presentaron cerdas con mala conformación y esta a la vez debía amamantar 10 cría aproximadamente.

El observar camadas numerosas de lechones saludables es muy frecuente durante los 17 a 21 días en esta etapa, Bikker y Boch, (2003), sugiriendo (Campabadal, 2001) que las cerdas consuman por lo menos 6 kilos de alimento por día en promedio durante los días de lactancia y el alimento debe tener el 17% de proteína y 2450 kilocalorías por kilo

para garantizar un buen desempeño reproductivo, lo cual no ha sucedido con las utilizadas en este experimento

La edad de destete reportada va desde 11 hasta 28 días, lo mas frecuente es de 21 días en la actualidad. Orgeur, et al (2002) evaluaron el peso al destete a los 28 días encontrando un peso de 7.9 kg. Lo cual no ha sido alcanzado en este trabajo a causa de la calidad de los piensos, no obstante los valores obtenidos en este experimento se encuentran dentro de los rangos reportados por Huerta (2003) en condiciones comerciales altamente tecnificadas.

La edad al destete se ha reducido de 45 días hasta 11 gracias a la disponibilidad de alimentos de alto valor biológico (Tercia, et al, 2001). Otro factor que ha obligado a disminuir la edad al destete son los problemas de enfermedades, al destetar a menor edad se rompen los ciclos de las enfermedades (Regula, et al, 2000).

El peso de los lechones al destete depende principalmente de la genética, nutrición de las cerdas, numero de partos, días de lactancia el manejo. Quiniou, et al. (2000), lo anteriormente señalado nos permite tener en perspectivas la consideración del alimento seco suplementado en la alimentación de los lechones, esto nos indica la eficiencia de un promotor reconociendo que el pienso comercial utilizado es de alta calidad por su gran contenido de contenido de minerales, vitaminas, proteínas y otros, sin embargo el promotor de crecimiento utilizado logró mejorar algunos indicadores en el comportamiento productivo con los niveles de 5 % y 7 %, lo que evidencia su efectividad.

Si se tiene en cuenta que el promotor de crecimiento contiene carbón vegetal el cual tiene una estructura amorfa permitiendo una mayor absorción de gases y partículas del medio interno del cuerpo animal, esto nos permite opinar que unidos a la cenizas la cual contiene minerales y el mismo han sido la causa de obtener mejores resultados en nuestro experimento incrementando el peso al destete y la ganancia media diaria.

Durante la Lactancia es necesario tener en cuenta la alimentación a utilizar sobre todo si se desea realizar el destete a los 21 días así Domacinovic et al. (2001), considera los

efectos observados por los promotores de crecimiento al ser incluidos en el alimento en raciones justificadas siendo de gran valor para el comportamiento productivo,

En resultados obtenidos por Jugl et al (2001) cuando utiliza la pectina de zanahoria para prevenir la diarrea de cerdos retrasados, no produjo diferencia significativa pero en nuestra investigación observamos la ausencia de diarreas en el periodo estudiado al suministrar en el alimento el promotor de crecimiento en los diferentes niveles.

Se debe señalar por otra parte que Pardo et al (2002<sup>a</sup>), utilizando un producto fitogénico (*Saccharomyces cerevisiae*,) pero en gallinas Leghorn con baja productividad, incrementó en un 10% el porcentaje de puesta, no alterándose la calidad de los huevos (Pardo et al, 2002<sup>b</sup>).

Como se ha podido valorar existen diferentes formas de solucionar el comportamiento productivo de las crías lactantes, utilizando aditivos energéticos, minerales, fitogénicos vegetales y otros en la dieta de los animales.

Tal como se ha visto durante la Lactancia los aspectos fundamentales a considerar se refieren a la atención del parto y alimentación de las crías y cerdas en esta etapa, lográndose en la actualidad con alimentos adecuados lograr destetes a los 21 días y estados de la cerda adecuados para el próximo parto lo cual no ha sucedido en este experimento.

Tal como se ha valorado aparentemente el promotor de crecimiento utilizado aunque no presenta consumos altos de alimento seco sin embargo parece que el promotor de crecimiento ha incrementado el aprovechamiento por parte de éstos.

En conclusión, la lactosa es un nutriente esencial en la dieta de los lechones después del destete. Para los lechones destetados con menos de 6 semanas de edad, sólo pueden alcanzarse las producciones óptimas si se utilizan con cantidades significativas de lactosa. (O'Doherty 2005).

Reducir el impacto del destete sobre el medio ambiente intestinal optimizando el pienso (composición, forma, ingestión o aditivos), y manipulando el desarrollo y estabilidad de

la microbiota intestinal por medio de la utilización de medicamentos o dietas (composición y aditivos antibacterianos específicos). se recomienda especialmente utilizar piensos que sean de alta calidad y palatables (Pluske et al 2005) lo cual puede ser logrado utilizando alimentos dulces antes del destete, lo cual ha sido logrado si tenemos en cuenta la adición de sacarosa al promotor utilizado.

Resumiendo los resultados alcanzados se puede precisar que el promotor utilizado ha tenido un efecto positivo en los cerdos lactantes logrando pesos al destete satisfactorios a los 28 días aproximadamente, aunque el alimento seco suministrado sea de baja calidad para esta etapa.

### **iii. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **1. Conclusiones**

Como resultado del experimento realizado se concluye:

1. El promotor de crecimiento al ser suministrado a las crías lactantes, mejora el peso y la ganancia media diaria sin modificar significativamente el consumo y la conversión.
2. Los niveles del 5 y 7% aparentemente son los de mejores respuestas en los animales estudiados.
3. El suministro del promotor de crecimiento a los cerdos lactantes no produjo un incremento significativo en el consumo de la leche, que pueda ser inferido a partir de la pérdida de peso de la Cerda o deterioro de su conformación corporal.

## **2. Recomendaciones**

1. Realizar el análisis bromatológico y mineral al producto utilizado y a las diferentes mezclas consumidas por los animales.
2. Replicar este tipo de experimento evaluando niveles próximos al 7% en el alimento seco suministrado a las crías,
3. Emplear este producto en las granjas porcinas donde se suministra pienso que no cumplan los requerimientos para este tipo de cerdo
4. Valorar este tipo de promotor de crecimiento en la primera etapa de los animales destetados.
5. Suministrar este promotor al alimento consumido por las Cerdas Lactantes.

#### **IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

#### IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACOSTA, R.. La caña de azúcar: una biomasa efectiva para disminuir las emisiones netas de CO<sub>2</sub>. IPCC/AFOS Canberra Workshop. Australia.1992.
2. ACOSTA R. “Determinación de los principales minerales de los centrales azucareros de la provincia de Camaguey”. Trabajo de Diploma. Uni. Camag. Cub 1987
3. ADCHIRI, T. AND FURASAWA, R., Fuel 65, p.927, 1986.
4. ADER, P. Flavomycin<sup>TM</sup> latest finding about a wellknown matter. Flavomycin<sup>TM</sup> -- neue Erkenntnisse über einen alten Bekannten. Mühle + Mischfutter Detmold, Germany 138 (25) 824-827..2001
5. ALEXANDER, A.G.. Producción de caña para energía. Memorias del Seminario Interame-ricano de la Caña de Azúcar. Miami, U S.A.1986
6. ALEXANDER,A.G. The Energy Cane Alternative. Sugar Series No. 6. Elsevier. USA.1985
7. ALVAREZ, F.J. Experiencias con la caña de azúcar integral en la alimentación animal en México, FAO Expert Consultation on Sugar Cane as Feed, Sto. Domingo.1986
8. ALVAREZ. A. Conservación de suelos ondulados en el cultivo de la cana de azúcar. Rev. Cañaveral, Vol 1, No.4 Oct-Dic: 24.1995
9. ARAÚJO, M. J. DE; SILVA, L. DA P. G. DA; MARTINS, T.D.D.; LIMA, D. Q.; JÁCOME, I. T. D.; CAVALCANTE NET, A.; COSTA, E. R. DA Effects of the growing factor acid-pack 4-way on the performance of weaned pigs.] Acta Scientiarum 23 (4)1011-1014. Maringa, Brazil. 2001
10. ARRASCAETA, A. Introducción a la práctica industrial del secador neumático, ICINAZ, Revista ATAC:45:6.1988
11. AUBEARCH, H.; RANFT, U. Effects of purified cell walls from bakers' yeast Saccharomyces cerevisiae on healt and performance of sows. 2002
12. BACAR-HUSKIC, L.; VRABAC, L.; STUBURIC, B.; VRANESIC N.; SAKOMAN, M. Aromatic plant extract to improve digestion in pigs. Krmiva 44 (2) 57-63 Zagreb, Croatia. 2002
13. BAMBANASTE, R. Pulpeo quimi-mecánico de bagazo. Proyecto Cuba-9. Seminario Interna-cional de los Derivados de la caña de azúcar, La Habana. Cuba.1988

14. BATISTA L. "Importancia de la evaluación de los parámetros productivos". Memorias del V Simposio Internacional de Reproducción e Inseminación Artificial Porcina. Ed. Alberto Stephano. León Guanajuato, México. pp 108-114. 1998
15. BAUER, F.; SILLER, D.; KLEINEISEN, S.; LUF, W. the influence of feeding sage and oregano on the oxidative stability of raw belly bacon. J. Anim. Sci. 73: 442 –451. 2003
16. BECK, S.R. Y HALLINGAN, J.E., "Thermochemical Conversion of Agricultural Residues", en "Utilization and recycle of Agricultural Wastes and Residues", SHULER, M.L. (De.), Cap.5, CRC Press, Boca Raton, Fla (1980).
17. BEENACKERS, A.A.C.M. Y BRIDGWATER, A.V, "Gasificación y pirólisis de la biomasa en [Europa](#)", en Pyrolysis and Gasification, [Conferencia Internacional](#), Luxemburgo, p. 129, 1989.
18. BENNO, Y.; OH TEAKWANG Research and development of probiotics animal production.] Soil Microorganisms 55 (2) 105-111. Chiba, Japan. 2001
19. BIKKER, P., BOCH, M.: Nutrition of swine. Proceedings of the 20<sup>th</sup> IPVS Congress, Ames, USA. 12-14 June, vol. (III): 268-276. 2003
20. BLAND, D.E., "The composition and Analysis of eucalyptus wood" Appita, Vol. 38, N°4, p.291-294, 1985.
21. BOADO S, Berta . Nutrición y Alimentación Animal, tomo 1, nutrición 1, segunda parte, pág 351. 2005
22. BOKORI, J.; KÓSA, E. The use of exogenous enzymes in animal nutrition. 2. the results of enzyme supplementation to diets in practical feeding of poultry and pig. Mezhdunarodnyĭ Sel'skokhozyaĭstvennyĭ Zhurnal No. 6, 33-36. 2001
23. BOMBA, A., NEMCOVÁ, R.; GANCARČÍKOVÁ, S.; HERICH, R.; GUBA, P.; MUDROŇOVÁ, D. Improvement of the probiotic effect of micro-organisms by their combination with maltodextrins, fructo-oligosaccharides and polyunsaturated fatty acids. British Journal of Nutrition 88, S95-S99. 2002
24. BOUZA, H., G. SERBA, R. VILLEGAS, C. Ronzoni, S. Hernández, J. Martínez y E. Berra.. Nueva tecnología de labranza mínima en la CPA cañera "Amistad Cuba-Laos". Cañaveral: 2, No.2: 4.1996
25. BRITO, J. O. & BARRICHELO, L. E. G. Correlación entre las características físicas y químicas de la madera y la producción de carbón vegetal: Densidad y

- porcentaje de lignina de la madera de eucalipto. Piracicaba, SP, IPEF, (14): 9-20, Jul./1977.
26. BROWNING, B.L., Methods of wood chemistry, Intersci, Public. N.Y., London, vol. 2, p.800, 1967.
  27. BRUINS, M.J.; SOETERS, P.B. AND DEUTZ, N.E.P. Endotoxemia affects organ protein metabolism differently during prolonged feeding in pigs. J. Anim. Nutr. 130:3003-3013, 2000.
  28. BRUMM, M. C.; ELLIS, M. ; JHONSTON, L. J. ; ROSEBOOM, D. W.; ZIMMERMAN, D. R. " Interaction of swine nursery and grow- finish space allocations on performance" Journal Animal Science. 79 ( 8 ) 1967 – 1972. 2001.
  29. C.F.VELLA MERCEDES, M. ., "Influencia da [velocidad](#) de carbonizacáo da madeira nos rendimentos e nas propriedades do carvão produzido", IPEF, Piracicaba, (41/42), p.64-68, 1989.
  30. CAMERON, N.D.; KERRT, J.C.; GARTH, G.B. AND SLOAN, L.R.. Genetic and nutritional effects on age at first estrus of gilts selected for components of efficient lean growth rate. Animal Science. 69: 93-103. 1999
  31. CAMPABADAL C., NAVARRO H.A" Alimentación de los cerdos en climas tropicales". ASA, México, 280 p. 2001
  32. CARBALLO ABREU, L.R., "The influence of chemical composition and age of caribaea pine wood (pine caribaea) on the physical and mechanical propieties as well as on the yield of sulfate pulp.", [Tesis](#) presentada en opción al grado científico de Dra en [Ciencias](#), Zvolen, 1990.
  33. CARTAGENA, M. DEL C., "La [biosfera](#) IV: el árbol muerto como fuente de materia prima, en "Introducción a la Química Industrial", VianOrtuño, A., Ed. Reverté, Barcelona, 1994.
  34. CASANOVA, E. Eficiencia agroindustrial azucarera, Ed. Científico-Técnica, La Habana. Cuba.1982
  35. CASSANELLI, M. G. "Pigs are healthier with probiotics.] Con i probiotici i suini sono più sani. Revista di Suinicoltura 42 (11) 39-44.2001
  36. CERVANTES, M.; GONZÁLEZ, J., TORRENTERA, N.; GONZÁLEZ, V.; CERVANTES, M.; CUCA, M.; Addition of a fungal protease to low and high protein sorghum- or wheat-soyabean meal diets on ileal amino acid digestibility

- and performance of growing pigs. *Journal of Animal and Feed Sciences* 10 (3) 457-469.2001
37. CHANG YOUNGHYO; KIM WON YONG; KIM YOUNGBAE; PARK YONGHA Selection of a potential probiotic *Lactobacillus* strain and subsequent in vivo studies. *Antonie van Leeuwenhoek* 80 (2) 193-199. 2001
38. CHOCT, M.; CADOGAN, D. J.. How effective are supplemental enzymes in pig diets?. Werribee, Australia; Australasian Pig Science Association 240-247. 2001
39. CORDERO, T., GARCÍA HERRUZO, F. Y LAHOZ GÓMEZ, C., "Estudio de la pirólisis convencional de madera de Encina (*Quercus rotundifolia*) y pino (*Pinus halepensis*), *An. Quim.*, 85, No 3, p. 445-447, 1989.
40. CORDERO, T., RODRÍGUEZ-MAROTO, J.M., RODRÍGUEZ-MIRASOL, J. Y RODRÍGUEZ, J.J., "On the kinetics of thermal decomposition of wood and wood components ", *Termochimica Acta*, No.164, p.135-144, 1990.
41. CORDOVÉS, M. Nuevos azúcares competidores: Respuesta de la industria azucarera-cañera. Seminario Internacional de los Derivados de la Caña de Azúcar, La Habana, Cuba.1978
42. CORONEL, E. O., Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. Primera Parte. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Santiago del Estero, Argentina., p.13-28, 1994.
43. CORREIA, L.E. Cogeneración y producción de energía eléctrica en usinas de azúcar y destilerías en Brasil, Seminario. GEPLACEA.
44. CRAMPTON E.W. Y HARRIS L.E. "Nutrición Animal Aplicada" pp754. Edit Acribia Esp. 1975
45. CRESPO, R.. Cultivos asociados a la caña de azúcar. Cuba & Caña: 2. Cuba. de Armas, C. y L. González, 1986. La caña de azúcar como fuente de energía. En: La industria de los derivados de la caña de azúcar, Ed. Técnica, La Habana. Cuba.1996
46. CROMWELL, G. L.. Why and how antibiotics are used in pig production. *Animal Biotechnology* 13 (1) 7-27.2002
47. D'ALMEIDA, M. L. O. Composición química de los materiales lignocelulósicos. In: Celulosa y Papel - Tecnología de fabricación da pasta celulósica. Vol.I, 2.ed., São Paulo, SP, SENAI/IPT, p.45-106, 1988.

48. DEDL, H.; ELSSSENWENGER, T.. Phytogetic feed additives an alternative? International Pig Topics 15 (6) 20-21. 2000
49. DIAL, G. "Presupuestos De Parámetros Porcinos" V Simposium Internacional De Reproducción E Inseminación Artificial En Porcinos" Leon Guanajuato, Mex. : 109. 1998.
50. DÍAZ-CASAS, F.. Manejo integrado de malezas en caña de azúcar. Rev.Cuba & Caña. Cuba.1996
51. DOMACINOVIC, M.;STEINER, Z.; BOGUT, I.; MIJIC, P.; KRALIK, D.; Effect of different ways of improvement of feeding rations for piglets. *Czech Journal of Animal Science* 46 (10) 454-459. 2001
52. DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; NELSSSEN, J. L.. Effects of administration of antimicrobials in feed on growth rate end feed efficiency of pigs in multisite production systems. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 220 (11) 1690-1695.2002
53. ELÍAS, A. Comercial application of molasses feeding to ruminants in Cuba. FAO Expert consultation on Sugar Cane as Feed. Sto. Domingo. R. Dominicana.1986
54. FABER, N.; LEVIS, G.; BOWMAN L. "Housing Sows In Individual Stalls" Aasv. Florida. USA, : 70. 2003.
55. FAN ZHEYAN; YANG QIYIN; CAI AIMIN. Effects of organic arsine preparations on the growing performances of 4-week-old weaning piglets. *Chinese Journal of Animal Science* 36 (6) 32.2000
56. FAO . Las existencias y producción de la carne de cerdo en el mundo. 2003
57. FAO . Logística de una producción de carbón vegetal. Publicado en <http://www.fao.org/docrep/X5328S/X5328S02.htm>>2006<sup>a</sup>
58. FAO. Uso eficiente del carbón vegetal. Publicado en <http://www.fao.org/docrep/X5328S/X5328S11.htm>> 2006<sup>b</sup>
59. FENG JIE; YO DONGYOU . Effect of betaine on growth performance and methyl transfer function in finisher pigs.] *Chinese Journal of Animal Science* . 37 (3) 8-10. 2001
60. FENGEL, D., WEGENER, G. "Wood Chemistry, Ultrastructure Reaction", Walter de Gruyter, Berlín, p.2-220 , 1984.
61. FIGUEROA, VILDA Y J. LY,. Alimentación porcina no convencional Colección GEPLACEA, México.1990

62. FONDEVILA, M.; RUBIO, S.; VEGA, A. DE; MORENO, C. . Effect of gthe inclusion of different combinations of organic acids in diets for growing pigs on their performance and digestive parameters.] IX Jornadas sobre producción animal, 25-27 April 2001, Zaragoza, Spain. ITEA 22 (1) 298-300.2001
63. FRANCIS, H.E. AND LLOYD, W.G., "Predicting heating value from elemental composition", J.Coal Anal., 2, (2), p. 21, 1983.
64. FUELLER, G., MCKEON, T. A AND BILLS, D.D., Agricultural Materials as Renervable Resources. ACS Symposium, Series 647, p.12-15, 1996.
65. FUKUSHIMA, K. , " Heterogeneous lignification in one year old shoots of trees I: characterization of cell wall component in some tissues", Holzforshung 24, p.113-117, 1994.
66. GAJECKI, M. MALINOWSKI, PIRUS, K., ZIELONKT, BAKULA, BARANOWSKI, M. : “ Metabolic profile of sows in the second and fourth week of lactation in a herd endemically infected with PPV”. Proceedings of the 15<sup>th</sup> IPVS Congress, Birminham, England, 5-9 July. P. 52. 1998
67. GARCÍA R, Luis M. y AGUIAR T,; Influencia de la composición [química](http://www.monografias.com/trabajos17/influencia-composicion-quimica/influencia-composicion-quimica.shtml) en la descomposición térmica del Eucaliptos. Publicado en  [<http://www.monografias.com/trabajos17/influencia-composicion-quimica/influencia-composicion-quimica.shtml>](http://www.monografias.com/trabajos17/influencia-composicion-quimica/influencia-composicion-quimica.shtml) 2006
68. GARCÍA, O. L.. Desarrollo y perspectivas de la tecnología cubana de papel periódico. Proyecto Cuba-9. Seminario Internacional de los Derivados de la Caña de Azúcar. La Habana, Cuba.1988
69. GASKINS, H. R.; COLLIER, C. T.; ANDERSON, D. B.. Antibiotics as growth promotants: mode of action. Animal Biotechnology. 13 (1) 29-42. 2002
70. GE CHANGRONG; HAN JIAZHONG; TIAN YUNBO; GAO SHIZHENG . Research of feed additive formulations for swine with Chinese traditional medicinal herbs as their ingredients. Journal of Yunnan Agricultural University 17 (1) 45-50. 2002
71. GENTILINI, F.P., “Productivity of gilts in crates and group-housed during pregnancy. Proceedings of the 17<sup>th</sup> IPVS Congress”, Ames, Iowa, USA. V( 2). 513. 2000
72. GEPLACEA Proceedigns del Seminario Internacional de Papel Periódico de Bagazo. La Habana., Cuba.1990

73. GEPLACEA, La industria alcohólica en América Latina y el Caribe, México.1988
74. GIBSON, S.; ROBERT, J.; TEMPELMEN, PHD.; ROY, N.; KIRKWOOD, DVM. “Effect Of Oxytocin Supplemented Semen On Fertility Of Sows Bred By Intrauterine Insemination.” Journal Of Swine Health And Production. 12 (4)182-184 2003
75. GILLESPIE, T. G.; CARROLL, A. L. “Techniques For Prrs Elimination Utilising Modified Live Virus Vaccine On Single Site Swine Farms”. American Association Of Swine Veterinarians, Orlando, Florida,,: 549.. 2003
76. GLASSER, W.G., GLASSER, H.R., Paper Puer, 63, p.11-83, 1981
77. GODOY, A. C. A. “Evaluación Integral De Una Granja Porcina Comercial En La Zona Del Bajío” Practica Profesional Supervisada. Unam. México. P 31, 1996.
78. GOLLNISCH, K.; HALLE, I. Effects of essential oils and herbs in animal nutrition. Jena, Germany; Friedrich-Schiller-Universität 197-204. 2001
79. GONZÁLEZ, L.. La producción de proteínas microbiales a partir de la agroindustria azucarera. Seminario Latinoamericano sobre Biotecnología, Antigua Guatemala.1987
80. GONZÁLEZ, L. Y T. SAEZ.. La viabilidad de proyectos de desarrollo de alimento animal a partir de los subproductos de la agroindustria azucarera. Congreso ATALAC, C. México, nov.1991
81. GRAHAM, J.R.; RAY L.J.; STOVER, S.K.; SALMEN, J.J.; GARDINER, C.S. “Effects of nutrient intake and number of oestrus cycles on in vitro development of preimplantation pig embryos”. Journal of reproduction and fertility. 117 35-40, 1999.
82. GRELA, E. R; CZECH, A.; BARANOWSKA, M. Effectiveness of herbs additive in weaning piglets. Horticultura 9 249-254. Lublin, Poland. 2001
83. GRELA, E.R.; KUMEK, R. Effect of feed supplementation with phytase and formic acid on piglet performance and the composition of sow colostrums and milk. Medycyna Weterynaryjna 58 (5) 375-377. Lublin, Poland.2002
84. GRIGORYAN, G.; GEGAMYAN, N.; NOVIKOVA, N.; DE4DIKIN, V.; NITTS, R. The effect of the HKM-300 preparation on performance traits in pigs] Svinovodstvo (Moskva) No.4, 14-16.2001

85. GUARDIOLA, J. L. Y AMPARO, G. L., Fisiología Vegetal, Nutrición y Transporte, Editora Síntesis, Valencia, España, p.27-63, 1995.
86. GUERRA, R.. Azúcar y Población en las Antillas. Imprenta Nacional, La Habana, Cuba. 1961
87. HAFEZ, E S. Reproducción Animal e Inseminación Artificial. 5ª. Ed. Editorial. CECSA, México, D.F. 1998
88. HANCZAKOWSKA, E.; URBAŃCZYK, J.; ŚWIATKIEWICZ, M. The effect of addition of probiodor on nutritive value of grower mixture in pig feeding. *Krmiva* 44 (1) 3-6. 2002
89. HIGGINS H.G., A.W. MCKENZIE: The structure and properties of paper. *Australian J. Appl. Sci.* 9(2), p.,167, 1958.
90. HILLIS, W.E. AND UDOMPONGSANON, P., "The proportion of fibres in the bark of *E.globulus* and *E.regnans*". *Appita* 43 (5),p. 363-366, 1990.
91. HONG, J. W.; KIM, I. H.; KWON. O.S.; LEE, S.H. BAE, H.D.; KANG, S. J.; YANG, U.M. Effects Phytezyme supplementation on the wroth performance and nutrient digestibility in growing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 14 (10) 1440-1443.2001
92. HONG, J. W.; KIM, I. H. ; KWON, O. S. ; KIM, J. H. ; MIN, B. J.; LEE, W. B.. Effects of dietary probiotics supplementation on growth performance and fecal gas emission in nursing and finishing pigs] *Journal of Animal Science and Technology* 44 (3) 305-314. 2002
93. HUERTA, C.R.; MENDEZ, M. M. PARDO, C. G. "Desempeño Reproductivo De Las Cerdas En El Altiplano Mexicano, Clima Frío Y Templado" Seminario De Salud Reproductiva, Unam, 63 – 68. 2003.
94. HUERTA, C.R.; PARDO, G.R. Y MÉNDEZ, M.M.. Estudio preliminar de los principales parámetros en la etapa de crecimiento de los cerdos (20-70 días de edad), criados en unidades altamente tecnificadas del altiplano mexicano. *Revista de Producción Animal.* 9 (1). Cuba. 2002
95. ICIDCA-ONUUDI-GEPLACEA,. Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, La Habana, 1985
96. INICA. Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y enmiendas. Departamento de Suelos y Fertilizantes del INICA. Cuba.1996
97. JADAMUS, A.; VAHJEN, W.; SCHÄFER, K.; SIMON, O. (2002). Influence of the probiotic strain *Bacillus cereus* var. *toyoi* on the development of

- enterobacterial growth and on selected parameters of bacterial metabolism in digesta samples of piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 86 (1/2) 42-54.
98. JADAMUS, A.; VAHJEN, W.; SCHÄFER, K.; SIMON, O. Influence of the probiotic strain *Bacillus cereus* var. *toyoi* on the development of enterobacterial growth and on selected parameters of bacterial metabolism in digesta samples of piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 86 (1/2) 42-54. 2002
99. JHON, A. ; WÄHNER, M. “ Influence of body condition during selection and insemination on the reproduction performance of different breeds.” Belgrade Yugoslave Institute for Animal Husbandry. 18 ( ½) 45-51 2002
100. JOHNSON, E. E. “Evaluation Of Ultrasound For The Detction Of Retained Pigs In Postpartum Sows” American Association Of Swine Veterinarians, Orlando, Florida : 59. 2003
101. JUGL, M.; ZITTERL-EGLESEER, K.; BEIER, T., SCHILCHER, F.; GABLER, C.;SCHUH, M.; KASTNER, U.; GUGGNBICHELER, J. P.; FRANZ, C.. Carrot pectins for prevention of diarrhea in the rearing of piglets in a field study. *Mezhdunarodnyĭ Sel'skokhozyaĭstvennyĭ Zhurnal* No. 6, 45-47. 2001
102. KAMYK, P.; WALKIEWICZ, A.; BAJDA, Z.; BABICZ, M. “Population development and performance level of Pulawska pigs in 1995-2001”. Agricultural University. *Annals of Animal Science Lublin, Poland.* 1(9) 89-94, 2001.
103. KHUZHIN, V. D.; AUKHATOVA, S. N.; FENCHENKO, N. G.. The effect of new iodine additives on growth intensity and development of piglets. *Mezhdunarodnyĭ Sel'skokhozyaĭstvennyĭ Zhurnal* (2001) No. 6, 50-52.2001
104. LAWLOR, P. G.; LYNCH, P. B.; CAFREY, P. J.; O'DOHERTY J. V. “ efect of pre- and post –management on subsequent pig performance to slaughter and carcass quality “ *Penicuik UK : British Society of Animal Science .* 75 (2) 245- 256 2002.
105. LI SIYUAN; AN YINGFENG; REN YANGSHENG; HE DONGCHANG; CAO RILIANG. A comparative test of traditional Chinese herbal medicine as an additive for feeding pigs. *Chinese Journal of Animal Science* 37 (5) 45. 2001

106. LI, B. T. ; KESSEL, A. G. VAN ; CAINE, W.R. ; HUANG, S. X. ; KIRKWOOD, R. N.. Small intestinal morphology and bacterial populations in ileal digesta and feces of newly weaned pigs receiving a high dietary level of zinc oxide. *Canadian Journal of Animal Science* 81 (4) 511-516. 2001
107. LÓPEZ, P. Y C. DE ARMAS. La potencialidad de la caña como recurso energético renovable. Se-minario de Racionalización Energética de la Industria Azucarera. ONUDI-OLADE. La Habana. Cuba.1980
108. LUDKE, M. DO C. M. M. ;. LÓPEZ, J.; LUDKE, J. V. “Phytase in diets for growing pigs: (I) environmental impact.] Fitase em dietas para suínos em crescimento: (I) impacto ambiental. *Ciência Rural* 32 (1) 97-102, 2002
109. LUDKE, M. DO C. M. M. ;. LÓPEZ, J.; LUDKE, J. V.. Phytase in diets for growing pigs: (I) environmental impact.] Fitase em dietas para suínos em crescimento: (I) impacto ambiental. *Ciência Rural* 32 (1) 97-102. 2002
- <sup>110</sup>. LUDKE, M. DO C. M. M.; LÓPEZ, J.; LUDKE, J. V. . Phytase for growing pigs: (II) carcass and bones parameters.] *Ciência Rural* 32 (1) 103-108. 2002<sup>b</sup>
111. LUND, M.S.; PUONTI, M.; RYDHMER. L.; JANSEN, J. “ Relationship between litter size and perinatal and pre-weaning survival in pigs”. *Animal Science*, 74, 217 – 222, 2002.
112. LY, J.. Procesos digestivos y empleo de mieles de caña para el cerdo: GEPLACEA, La Melaza como Recurso Alimenticio para Producción Animal, GEPLACEA, México.
113. MANZANILLA, E. G.; MARTÍN, M.; BAUCCELLS, F.; PEREZ, J. F.; GASA, J. . Plant extracts modify the microbial flora of the small intestine of early-weaned piglets. In IX Jornadas sobre producción animal, 25-27 April 2001, Zaragoza, Spain. ITEA (2001) 22(1) 292-294.2001
114. MARCHANT, J.N.; BROOM, D.M., CORNING, S. “The influence of sow behaviour on piglet mortality due to crushing in an open farrowing system”. *Animal science*. 72, 19 – 28, 2001.
115. MASUDA, T.; ICHIKAWA, A.; KANO, M.; HIRAYAMA, T.: Reduction of copper excretion and zinc excretion in pigs I. The effect of copper, zinc and phytase supplemented diets on copper excretion and zinc excretion in growing and finishing pigs. *Research Bulletin of the Aichi-ken Agriculture Research Center* N° 33, 307-312. Aichi.ken, Japan.2001

116. MATHEWS, J. O.; SOUTHERN, L. L.; FERNANDEZ, J. M.; PONTIF, J. E.; BIDNER, T. D.; ODGAARD, R. L.. Effect of chromium picolinate and chromium propionate on glucose and insulin kinetics of growing barrows and on growth and carcass traits of growing-finishing barrows. *Journal of Animal Science* 79 (8) 2172-2178. 2001
117. MATHEWS, J. O.; SOUTHERN, L. L.; FERNANDEZ, J. M.; PONTIF, J. E.; BIDNER, T. D.; ODGAARD, R. L.. Effect of chromium picolinate and chromium propionate on glucose and insulin kinetics of growing barrows and on growth and carcass traits of growing-finishing barrows. *Journal of Animal Science* 79 (8) 2172-2178.2001
118. MAVROMICHALIS, I.; WEBEL, D.M.; PARR, E. N.; BAKER, D.H.. Growth-promoting efficacy of pharmacological doses of tetrabasic zinc chloride in diets for nursery pigs. *Canadian Journal of Animal Science* 81 (3) 387-391.2001
119. MEDEL, P.; BAUCCELLS, F.; GRACIA, M. I.; BALS, C. DE; MATEOS, G. G.. Processing of barley and enzyme supplementation in diets for young pigs. *Animal Feed Science and Technology* 95 (3/4) 113-122. 2002
120. MÉNDEZ M. “ Empleo de un Bioestimulador vegetal (Turnera diffusa willd) en cerdos detetados de peso nirmal y bajo peso” Tesis opción al grado científico de doctor en ciencia veterinarias Universidad de Camaguey. Cuba. 2004
121. MIHĂILĂMORGAN, C.A.; LAWRENCE, A.B.; CHIRNSIDE, J. AND DEANS, L.A. Can information about solid food be transmitted from one piglet to another. *J. Anim. Sci.* 73:471-478.2001
122. MILLIGAN, B. N.; FRASER, D; KRAMIER, D. L.; “ Withing Litter Birth Weigth Variation In The Domestic Pig And Its Relation To Pre- Weaning Survival, Weigth Gain, And Variation In Weaning Weighths.” *Livestock Production Science* 76 (1/2) 181-191 2002.
123. MONTILLA R. R.D. “Ganado Porcino”. 661 pp. E.R. Cub. 1970
124. MORENO-FRAGINALIS, M. *El Ingenio*. Editorial de Ciencias Sociales. La Habana: 91-92.1978
125. MUIRHEAD M. R., ALEXANDER T.J.: *The management of infertility. Recognicin and treating pig infertility*. 5M Enterprises Ltd. United Kingdom. 2000

126. MURGUEITIO, E. La caña integral en la alimentación de rumiantes, En: GEPLACEA: Sistemas Alternativos para Alimentación: 81.1990
127. NDU, A.; BRATTE, L. CHIBOCA, O. "A Preliminary Trail On The Use Of Barium Chloride For Pregnancy Diagnosis In Pigs". Nigerian Jornal Of Animal Production. 27 9-11, 2000.
128. NOA, H. La diversificación de la agroindustria de la caña de azúcar, GEPLACEA, México.1982
129. OGDEN, J.M.. Steam economy and cogeneration in cane sugar factories. Int. Sugar J:92: 1099.1990
130. ORGEUR, P.; DIVIDICH, J.; LE; COLSON , V.; MEUNIER-SALAUN, M. C. « Mother-Young Relationships In Pigs : From Birth To Weaninig." Inra. Productions Animales . Versailles France. 15 (3) 185-198 .2002.
131. ORTIZ R. R " El factor humano en la producción porcina intensiva". Acontecer porcino. Vol.9 No. 50 México. 2001
- <sup>132.</sup> PAPAIOANNOU, D. S.; KYRIAK, S. C.; PAPASTERIADIS, A.; ROUMBIES, N.; YANNAKOPOULOS, A.; ALEXOPOULOS, C. Effect of in-feed inclusion of a natural zeolite (clinoptilolite) on certain vitamin, macro and trace element concentrations in the blood, liver and kidney tissues of sows. Research in Veterinary Science 72 (1) 61-68. 2002 <sup>a</sup>
- <sup>133.</sup> PAPAIONNOU, D. S.; KYRIAKIS, S. C.; PAPASTERIADIS, A.; ROUMBIES, N.; YANNAKOPOULOS, A.; ALEXOPOULOS, C. A field study on the effect of in-feed inclusion of a natural zeolite (clinoptilolite) on health status and performance of sows/gilts and their litters. Research in Veterinary Science 72 (1) 51-59. 2002 <sup>b</sup>
- <sup>134.</sup> PARDO, G.R., Marín E., Rom D. Y Alvarez . Efecto de un reconstituyente de planta (Eichornia crasipea) en cerdos de 35 a 70 días de edad. I .- Rasgos de comportamiento. Revista de Producción Animal. 7 (1 y 2) : 35. Universidad de Camagüey, Cuba 2002 <sup>a</sup>
135. PARDO, G.R., Marín E., Rom D. Y Alvarez . Efecto de un reconstituyente de planta (Eichornia crasipea) en cerdos de 35 a 70 días de edad. II. Evaluación sanguínea. Revista de Producción Animal. 7 (1 y 2) :41. Universidad de Camagüey, Cuba. 2002 <sup>b</sup>

136. PARK, D. Y.; NAMKUNG, H.; PAIK, I. K.. Effects of supplementary enzymes or probiotics on the performance and ammonia gas production in weanling pigs.] *Journal on Animal Science and Technology* 43 (4) 485-496. 2001
137. PARTENEN, K.; SILJADER-RASI, H.; ALAVIUHKOLA, T.; SUOMI, K.; FOSI, M. Performance of growing-finishing pigs fed medium- or high-fibre diets supplemented with avilamycin, formic acid or formic acid-sorbate blend. *Livestock Production Science* 73 (2/3) 139-152. 2002
138. PARTIDGE, G.. The weaner pig—enzymes and biotechnology for the future. In the weaner pig: nutrition and management. Proceedings of a British Society of Animal Science Occasional Meeting, University of Nottingham, UK, September 2000.
139. PÉREZ, RENA.. The use of molasses for monogastrics, FAO Expert Consultation on Sugar Cane as Feed, Sto. Domingo.1986
140. PETER, C. M.; PARR, T. M.; PARR, E. N.; WEBEL, D. M.; BAKER, D. H.. The effects of phytase on growth performance, carcass characteristics, and bone mineralization of late-finishing pigs fed maize-soyabean meal diets containing no supplemental phosphorous, zinc, copper and manganese. *Animal Feed Science and Technology* 94 (3/4) 199-205. 2001
141. PETTY, L. A.; CARTER, S. D.; SENNE, B.W.; SHRIVER, J.A.. Effects of  $\beta$ -mannanase addition to corn-soybean meal diets on growth performance, carcass traits and nutrient digestibility of weanling and growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* 80 (4) 1012-1019. Savoy, USA.2002
142. PIG CHAMP Software. Universidad de Minnessotta U.S.A. 1995
143. PIG IMPROVEMENT COMPANY (PIC), Manual de la Camborough 22. México,60p. 2002
144. PIMENTEL, C.,. Sostenibilidad de los Sistemas Pecuarios Industrializados. Taller FAO Hacia una Agricultura con menos uso de Energía Fósil La Habana. Cuba.1997
145. PLUSKE J.R. , HOPWOOD D.E. Y HAMPSON D.J. “Relación entre la microbiótica intestinal, el pienso y la incidencia de diarreas, y su influencia sobre la salud del lechón tras el destete “School of Veterinary and Biomedical Sciences, Murdoch University, Murdoch, Australia 1Animal Resources Centre, Murdoch Drive, Murdoch, Western Australia 6150 2005.

146. PRESTON, T. R. Sistemas integrados para pequeños Agricultores en el Sudeste Asiático. Taller FAO “Hacia una agricultura Tropical con menos uso de Energía Fósil. La Habana.1997
147. PRESTON, T. R. El ajuste de los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Seminario producción pecuaria tropical, Cali, Colombia.1988
148. PRESTON, T. R. Y E. MURGUEITIo, La caña de azúcar como base de la producción pecuaria en el trópico. Seminario Internacional sobre derivados de la caña de azúcar, La Habana, mayo de 1988.
149. PRESTON, T. R.,. Sugar Cane in animal feeding: An overview. FAO Expert Consultation on Sugar Cane as Feed, Sto. Domingo, 7-11 July.1986
150. PRESTON, T. R.. Nutritive value of sugar cane for ruminants, Tropical Animal Prodn., 2:125-142.1977
151. QUINIOU, N.;RENAUDEAU, D.; DUBOIS AND NOBLET, J. “Effect of diurnally Fluctuating high ambient temperatures on performance and feeding behaviour of multiparous lactating sows”. Animal Science. 71 571 – 575, 2000.
152. REGULA, G.; SCHERBA, G.; MATEUS, PINILLA, N. E.; LICHTENSTEIGER, C.A.; MILLAR, G. Y.; WEIGEL, R.M. “The impact of endemic porcine reproductive and respiratory syndrome virus and other pathogens on reproductive performance in swine”. College of Veterinary Medicine, University of Illinois, Journal of Swine Health and Production, 11 2003
153. RHODES, R. Y B.RANK.. Algunos factores que influyen sobre la fotosíntesis de la caña de azúcar. Revista cubana de Ciencias Biológicas. U.H., sept.1991
154. ROBERLIN, P.; WISSING, A.; AARESTRUP, F. M.; FREY, J.; NICOLET, J.. Antimicrobial growth promoter ban and resistance to macrolides and vancomycin in enterococci from pigs. Journal of Clinical Microbiology 39 (11) 4193-4195.2001
155. RONALD K. CHISTENSON; “ Como incrementar el tamaño de la camada”. Los porcicultores y su entorno Año 2, No. 7. México. 1999.
156. ROOKE, J.A.; SINCLAIR, A.G.; EDWARDS, S.A.; CORDOBA, R.; PKIYACH.; PENNY, P.C.; PENNY, P.; FINCH, A.M. AND HORGAN, G.W.

- The effect of feeding salmon oil to sows throughout pregnancy on pre-weaning mortality of piglets. *J. Anim. Sci.* 73:489-500, 2001.
157. SANTOS, G. L. E. “Análisis Productivo De Una Granja Porcina En El Municipio De Penjamo Estado De Guanajuato” *Practica Profesional Supervisada*. Unam. México. P 39, 1995.
158. SCHNEIDER L.G., “Human beings and the elaboration of birth-related production indices in industrial swine farms in Brasil”. *Proceedings of the 17<sup>th</sup> IPVS Congreww*, Ames, Iowa, USA. Volume 2. 477. 2002
159. SCHULLER, S.; BORGER, C.; HE, M. L.; HENKELMANN, R.; JADAMUS, A.; SIMON, O.; RAMBECK, W. A.. *Studies on the effect of Rare Earth Elemnts as a possible alternative growth promoter for pigs and poultry*. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 115 (1/2) 16-23 Berlin, Germany. 2002
160. SIMON, O. *Probiotics from the point of view of animal nutrition*. Jena, Germany; *Friederich-Schiller-Universität* :39-48. 2001
161. SPSS® V 11.5. *MANUAL DEL USUARIO*. 2002
162. STAHL, C. A.; ALLEE, G. L.; BERG, E.P. *Creatine monohydrate supplemented in swine finishing diets and fresh pork quality: II. Commercial applications*. *Journal of Animal Science* 79 (12) 3081-3086. 2001
163. STEIN, H. H.. *Experience of feeding pigs without antibiotics: a European perspective*. *Animal Biotechnology* 13 (1) 85-95.2002
164. STEPHANO, A. “V Simposium Internacional De Reproducción E Inseminación Artificial En Porcinos” *Leon Guanajuato, Mex.* : 109. 1998
165. SUÁREZ RIVACOBÁ, R. *Experiencias y desarrollos cubanos en la producción de energía y alimento a partir de la caña de azúcar*. En: *GEPLACEA, Uso alternativo de la caña de azúcar para energía y alimento*:367.1987
166. SUÁREZ, R y MORÍN, R. *Caña de azúcar y sostenibilidad*. Publicado en <[http://www.laneta.apc.org/desal/spip/article.php3?id\\_article=26](http://www.laneta.apc.org/desal/spip/article.php3?id_article=26)> 2005
167. SUSLINA, E. ; LIMONAVA, G.; KOVALEV F. “ *Improving Landrace Pigs*” *All Russia Scientific and Research Institute of Animal Breeding Bycovo Russia*. 5 9-10 2001.

168. TEMIRAEV, R.; TEMIRAEV, V.; TIBILOV, V.: Using a fermented preparation and vitamin U in finishing pigs. *Svinovodstvo (Moskva)* N° 6, 12-13. Moscow, Russia. 2001
169. TERCIA S. R. S., MARISCAL L. G. Y URIBE L. L. Efecto De La Fuente De Grasa En El Comportamiento Zootecnico Y La Digestibilidad Total E Ileal De Los Nitrimientos En Los Lchones Destetados. *Centro Nacional De Investigación En Fisiología Y Mejoramiento Animal Inifap*. P 193 – 206. 2001
170. THACKER, P. A.; RACZ, V. J. . Performance of growing/finishing pigs fed hulled and dehulled peas with and without dietary enzymes. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 14 (10) 1434-1439. 2001
171. TIMOSHENKO, N. V.; SNITSAR, A. I.; KOBOZEV, A. M.; YAKHIN, A. Y. A new feed additive for pigs based on buckwheat husks. *Russian Agricultural Sciences* (2000, publ. 2001) No. 8, 36-40.
172. TONG FUDAN; XU ZIRONG. Effects of PAPAA on growth performance and meat quality and its action mechanism in finishing pigs. *Chinese Journal of Animal Science* 36 (6) 7-9. 2000
173. TRUJILLO M., MARTÍNEZ G., HERRADORA L “ La piara reproductora”. Ediciones Mundi-Prensa, México. 245 p. 2002
174. URBANCZYK, J.; HANCZAKOWSKA, E.; SWIATKIEWICZ, M.. Effect of energy concentration on the efficiency of betaine and chromium picolinate as dietary supplements for fattening pigs. *Journal of Animal and Feed Sciences* (2001) 10 (3) 471-484. 2001
175. USHIDA, K.; MAEKAWA, M.; ARAKAWA, T.: Influence of dietary supplementation of herb extracts on volatile sulfur production in pigs large intestine. *Journal of Nutritional Science and Vitaminiology* 48 (1) 18-23. Tokio, Japan. 2003
176. VALENCIA, Z.; CHAVEZ, E.R.. Phytase and acetic acid supplementation in diet of early weaned piglets: effects on performance and apparent nutrient digestibility. *Nutrition Research* 22 (5) 623-632. 2002
177. VAN DER LANDE, T.; VAN RENS, BTM. “Timing of fetal mortality in gilts on the basis of the length distribution of mummified foetuses and frequency of non-fresh stillborn piglets”. *Journal of reproduction and fertility*. 117 13. 1999.

178. WEREMKO, D.; FANDREJEWSKI, H.; RAJ, S.; SKIBA, G.. Enzymatic efficiency of plant and microbial phytase in cerealrapeseed diets for growing pigs. *Journal of Animal and Feed Sciences* 10 (4) 649-660. 2001
179. WOODWORTH, J. C.; OWEN K. Q. “Addive Effects Of L-Carnitine And Cromium Picolinate On Reproductive Performance And Energy Status Of Sows”. American Association Of Swine Veterinarians, Orlando, Florida, 117 – 120. 2003.
180. XIE XINDONG; FANG GUIYONG; YANG YE; FENG YULAN; DU RONG Application of an in vitro method in the selection of the enzyme complex formula.] *Fujian Journal of Agricultural Sciences* 15 (4) 31-36.2001
181. XU JIANXIONG; CUI LI; CHEN LUYONG. The effect of supplemental non-starch-polysaccharide enzyme on growth and nutrient digestibility of weanling piglets.] *Acta Zoonutrimenta Sinica* 13 (3) 56-59. 2001
182. XU ZIRONG; LI WEIFEN; SUN JIANYI). Effects of adding NSP enzymes to barley-based diets on digestive enzyme activity of piglets.] *Chinese Journal of Veterinary Science* 22 (1) 99-101. 2002
183. XU ZIRONG; LU JIANJUN . Effect of exogenous GXC (xylanase,  $\beta$ -glucanase and cellulose) on digestion of paddy-based diets in growing pigs. *Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences)* 27 (5) 559-564. 2001
184. XUAN, Z. N.; KIM, J. D.; HEO, K. N.; JUNG, H. J.; LEE, J. H.; HAN, Y. K.; KIM, Y. Y.; HAN, I. K. . Study on the development of a probiotics complex for weaned pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 14 (10) 1425-1428.2001
185. YAKHIN, A.; KIRILLOV, M.; KROKHINA, V.; ABDRAFIKOV, A.. The effectiveness of fermented preparations of the Finnfeeds brand fed to pigs.] *Svinovodstvo (Moskva)* No. 5, 18-20. 2001
186. YIN, Y L.; BAIDOO, S. K.; LIU, Y. G.; SCHULZE, H.; SIMMINS, P.H. The effect of different carbohydrase and protease supplementation on apparent (ileal and overall) digestibility of nutrients of five hullless barley varieties in young pigs. *Livestock Production Science* 71 (2/3) 109-120. 2001
187. YIN, Y L.; BAIDOO, S. K.; SCHULZE, H.; SIMMINS, P. H. Effects of supplementing diets containing hullless barley varieties having different levels of non-starch polysaccharides with  $\beta$ -glucanase and xylanase on the physiological

- status of the gastrointestinal tract and nutrient digestibility of weaned pigs. *Livestock Production Science* 71 (2/3) 97-107. 2001
188. YU DONGYOU; XU ZIRONG. Effects of methyl-donor on the performances and mechanisms of growth-promoting hormone in piglets. *Chinese Journal of Animal Science* 36 (5) 8-10. 2000
189. ZAGUMENNOV, A.; TKACHENKO, L. "The performance of pigs from differentn types of rotational crossbreeding" *Ural Science and Research Institute de Agriculture, Sverlovsk Russia.* 5 15-16 2001.
190. ZHANG KEYING; CHEN DAIWEN; YU BING; LUO XIANMEI; LI YONGYI. The performance and protein, amino acid and phosphorus utilization of piglets fed diets added with phytase. *Acta Zoonutrimenta Sinica Sichuan, China.* 13 (3) 19-24. 2001
191. ZHANG QUAN; GUO BEIZHU. Experiment on supplementing olaquinox and diluted hydrochloric acid in diets for early weaning piglets.] *Chinese Journal of Animal Science* 36 (2) 38. 2000
192. ZHU RENJUN; CHENG ZHIBIN; TIAN YUUNBO; GE CHANGRONG. Effects of feed additives based on Chinese traditional medicinal herbs on the activity of enzymes in the digestive tract of weanling piglets. *Journal of Yunnan Agricultural University* 17 (1) 67-71. 2002
193. ZIMMERMANN, B.; LANTZSCH, H. J.; MOSENTHIN, R.; SCHÖNER, F. J.; BIESALSKI, H. K.; DROCHNER, W.. Comparative evaluation of the efficacy of cereal and microbial phytases in growing pigs fed diets with marginal phosphorus supply. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 82 (11) 1298-1304. 2002.

**v. ANEXOS**

## V. ANEXOS

### Anexo1.- Prueba de normalidad de las variables evaluadas.

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

|                                    |                   | Consumo día<br>g/animal | Peso    | Conversión |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------|---------|------------|
| N                                  |                   | 32                      | 32      | 32         |
| Parámetros normales <sup>a,b</sup> | Media             | 28,1649                 | 5232,47 | ,00522     |
|                                    | Desviación típica | 16,26171                | 877,911 | ,002641    |
| Diferencias más extremas           | Absoluta          | ,237                    | ,131    | ,182       |
|                                    | Positiva          | ,237                    | ,099    | ,182       |
|                                    | Negativa          | -,204                   | -,131   | -,167      |
| Z de Kolmogorov-Smirnov            |                   | 1,340                   | ,741    | 1,029      |
| Sig. asintót. (bilateral)          |                   | ,055                    | ,642    | ,241       |

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

|                                    |                   | Variación<br>Peso Crevat | Condición<br>Corporal |
|------------------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|
| N                                  |                   | 48                       | 48                    |
| Parámetros normales <sup>a,b</sup> | Media             | 5,6440                   | 1,8438                |
|                                    | Desviación típica | 6,01872                  | ,54486                |
| Diferencias más extremas           | Absoluta          | ,201                     | ,220                  |
|                                    | Positiva          | ,201                     | ,220                  |
|                                    | Negativa          | -,174                    | -,139                 |
| Z de Kolmogorov-Smirnov            |                   | 1,040                    | ,991                  |
| Sig. asintót. (bilateral)          |                   | ,065                     | ,201                  |

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

## Anexo 2: Análisis de la varianza para el peso al destete.

### ANOVA

|   |              | Suma de<br>cuadrados | gl  | Media<br>cuadrática | F      | Sig. |
|---|--------------|----------------------|-----|---------------------|--------|------|
| Peso Camda Individual<br>Inicial (gramos) | Inter-grupos | 1467101,3            | 3   | 489033,766          | 34,488 | ,000 |
|   | Intra-grupos | 2339684,6            | 165 | 14179,907           |        |      |
|   | Total        | 3806785,9            | 168 |                     |        |      |
| Peso Camada Reagrupe<br>(gramos)          | Inter-grupos | 3772525,9            | 3   | 1257508,6           | 9,854  | ,000 |
|   | Intra-grupos | 21055877             | 165 | 127611,373          |        |      |
|   | Total        | 24828402             | 168 |                     |        |      |
| Peso camada a los 14<br>días (gramos)     | Inter-grupos | 12684990             | 3   | 4228330,1           | 11,770 | ,000 |
|   | Intra-grupos | 59274418             | 165 | 359238,896          |        |      |
|   | Total        | 71959408             | 168 |                     |        |      |
| Peso Camada a los 21<br>días (gramos)     | Inter-grupos | 36146525             | 3   | 12048842            | 14,808 | ,000 |
|   | Intra-grupos | 134257913            | 165 | 813684,323          |        |      |
|   | Total        | 170404438            | 168 |                     |        |      |
| Peso destete (gramos)                     | Inter-grupos | 20115599             | 3   | 6705199,6           | 8,391  | ,000 |
|   | Intra-grupos | 131853395            | 165 | 799111,486          |        |      |
|   | Total        | 151968994            | 168 |                     |        |      |
| Edad destete (días)                       | Inter-grupos | 119,029              | 3   | 39,676              | 76,416 | ,000 |
|   | Intra-grupos | 85,670               | 165 | ,519                |        |      |
|   | Total        | 204,698              | 168 |                     |        |      |
| Ganancia diaria (gramos)                  | Inter-grupos | 36752,411            | 3   | 12250,804           | 11,787 | ,000 |
|   | Intra-grupos | 171497,295           | 165 | 1039,378            |        |      |
|   | Total        | 208249,706           | 168 |                     |        |      |
| Ganancia 14-21                            | Inter-grupos | 575762,410           | 3   | 191920,803          | 30,878 | ,000 |
|   | Intra-grupos | 1025559,9            | 165 | 6215,515            |        |      |
|   | Total        | 1601322,3            | 168 |                     |        |      |
| Ganancia 21 al destete                    | Inter-grupos | 138698,175           | 3   | 46232,725           | 20,666 | ,000 |
|   | Intra-grupos | 369126,296           | 165 | 2237,129            |        |      |
|   | Total        | 507824,470           | 168 |                     |        |      |

### Anexo 3. Análisis de la Varianza para el consumo y conversión de los cerdos lactantes

#### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Consumo Alimento (gramos)

| Fuente           | Suma de cuadrados tipo III | gl | Media cuadrática | F       | Significación |
|------------------|----------------------------|----|------------------|---------|---------------|
| Modelo corregido | 5.383 <sup>a</sup>         | 7  | .769             | 31.923  | .000          |
| Intersección     | 13.133                     | 1  | 13.133           | 545.189 | .000          |
| MOMENT           | 5.080                      | 1  | 5.080            | 210.892 | .000          |
| TRATAM           | .203                       | 3  | .068             | 2.811   | .061          |
| MOMENT * TRATAM  | .100                       | 3  | .033             | 1.378   | .273          |
| Error            | .578                       | 24 | .024             |         |               |
| Total            | 19.094                     | 32 |                  |         |               |
| Total corregida  | 5.961                      | 31 |                  |         |               |

a. R cuadrado = .903 (R cuadrado corregida = .875)

#### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Conversión Alimenticia

| Fuente           | Suma de cuadrados tipo III | gl | Media cuadrática | F       | Significación |
|------------------|----------------------------|----|------------------|---------|---------------|
| Modelo corregido | 1.662 <sup>a</sup>         | 7  | .237             | 11.414  | .000          |
| Intersección     | 8.709                      | 1  | 8.709            | 418.618 | .000          |
| MOMENT           | 1.530                      | 1  | 1.530            | 73.521  | .000          |
| TRATAM           | .092                       | 3  | .031             | 1.481   | .245          |
| MOMENT * TRATAM  | .040                       | 3  | .013             | .646    | .593          |
| Error            | .499                       | 24 | .021             |         |               |
| Total            | 10.870                     | 32 |                  |         |               |
| Total corregida  | 2.162                      | 31 |                  |         |               |

a. R cuadrado = .769 (R cuadrado corregida = .702)

## Anexo 4 Análisis de varianza par la variación de peso de la Cerda Lactante

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Variación Peso Crevat

| Fuente           | Suma de cuadrados tipo III | gl | Media cuadrática | F       | Significación |
|------------------|----------------------------|----|------------------|---------|---------------|
| Modelo corregido | 1170,747 <sup>a</sup>      | 11 | 106,432          | 7,205   | ,000          |
| Intersección     | 1529,032                   | 1  | 1529,032         | 103,502 | ,000          |
| TRAT             | 103,097                    | 3  | 34,366           | 2,326   | ,091          |
| DÍA              | 970,548                    | 2  | 485,274          | 32,849  | ,000          |
| TRAT * DÍA       | 97,102                     | 6  | 16,184           | 1,095   | ,384          |
| Error            | 531,825                    | 36 | 14,773           |         |               |
| Total            | 3231,604                   | 48 |                  |         |               |
| Total corregida  | 1702,572                   | 47 |                  |         |               |

a. R cuadrado = ,688 (R cuadrado corregida = ,592)

## Anexo 5 Análisis de varianza para la condición corporal de la Cerda Lactante

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Condición Corporal

| Fuente           | Suma de cuadrados tipo III | gl | Media cuadrática | F       | Significación |
|------------------|----------------------------|----|------------------|---------|---------------|
| Modelo corregido | 4,391 <sup>a</sup>         | 11 | ,399             | 1,503   | ,173          |
| Intersección     | 163,172                    | 1  | 163,172          | 614,294 | ,000          |
| TRAT             | ,516                       | 3  | ,172             | ,647    | ,590          |
| DÍA              | 3,781                      | 2  | 1,891            | 7,118   | ,002          |
| TRAT * DÍA       | ,094                       | 6  | ,016             | ,059    | ,999          |
| Error            | 9,563                      | 36 | ,266             |         |               |
| Total            | 177,125                    | 48 |                  |         |               |
| Total corregida  | 13,953                     | 47 |                  |         |               |

a. R cuadrado = ,315 (R cuadrado corregida = ,105)

### Anexo 6. Composición Bromatológica del pienso de inicio utilizado

| Indicadores                                   | %     |
|---|-------|
| Materia Seca                                  | 88,0  |
| Proteína Bruta                                | 18,5  |
| Extracto Etéreo                               | 2,5   |
| Fibra Bruta                                   | 5,0   |
| Cenizas                                       | 7,0   |
| Extracto Libre de Nitrógeno                   | 55,0  |
| Energía Digestible <sup>&amp;</sup> (kcal/kg) | 3 200 |

<sup>&</sup> Calculado según Crampton et al (1975)

### Anexo 7. Requerimientos de los cerdos en crecimiento NRC (1998)

| Peso vivo (kg)     | Lactantes |        | < 10  |        | 10-20 |        |
|--------------------|-----------|--------|-------|--------|-------|--------|
|                    | Magro     | Normal | Magro | Normal | Magro | Normal |
| Potencial genético |           |        |       |        |       |        |
| ED (Kcal./kg)      | 3600      | 3400   | 3600  | 3400   | 3500  | 3400   |
| EM (Kcal./kg)      | 3400      | 3200   | 3400  | 3200   | 3300  | 3200   |
| Consumo (ED /día)  | 1500      | 1700   | 1500  | 1700   | 3325  | 3400   |
| Consumo (EM /día)  | 1400      | 1600   | 1400  | 1600   | 3135  | 3200   |
| Proteína Cruda (%) | 21        | 21     | 18    | 18     | 18    | 18     |

### Anexo 8. Requerimientos Cerdas Lactantes NRC (1998)

| Perdida de Masa corporal            | Sin pérdidas |       |       | -7% de PV |       |       |
|-------------------------------------|--------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| Ganancia de peso de la camada (g/d) | 150          | 200   | 250   | 150       | 200   | 250   |
| Consumo (ED/día)                    | 14700        | 19500 | 21800 | 12100     | 15700 | 19200 |
| Consumo (EM/día)                    | 14100        | 18700 | 20900 | 11600     | 15100 | 18400 |
| Fibra Cruda %                       | 5-7          | 5-7   | 5-7   | 5-7       | 5-7   | 5-7   |

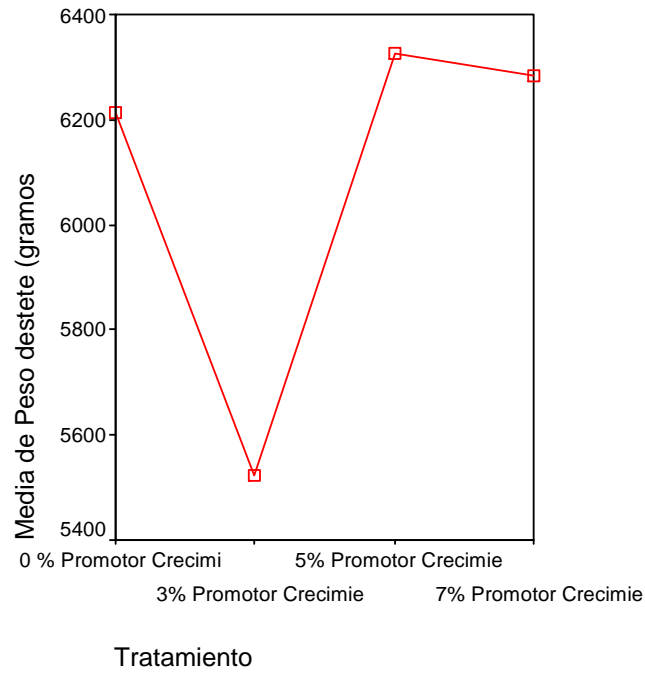
## Anexo 9. Características de los valores de condición corporal

| Evaluación        | Características Observadas |         |          |              |       | Valor     |
|-------------------|----------------------------|---------|----------|--------------|-------|-----------|
|                   | T. Posterior               | Perfil  | Hijares  | Dorso        | Cola  |           |
| <b>Obesa</b>      | Redondo                    | Oblicuo | Abultado | Redonda      | Alta  | 4,5 -5    |
| <b>Óptima</b>     | Redondeado                 | Recto   | Rellenos | Recta        | Alta  | 3,5 - 4,5 |
| <b>Buena</b>      | Elíptico                   | Recto   | Rectos   | Rellena      | Recta | 2,5 - 3,5 |
| <b>Deficiente</b> | Pentagonal                 | Cóncavo | Rectos   | Agudo        | Caída | 1,5 - 2,5 |
| <b>Mala</b>       | Triangular                 | Cóncavo | Hundido  | Protuberante | Caída | 0 – 1,5   |

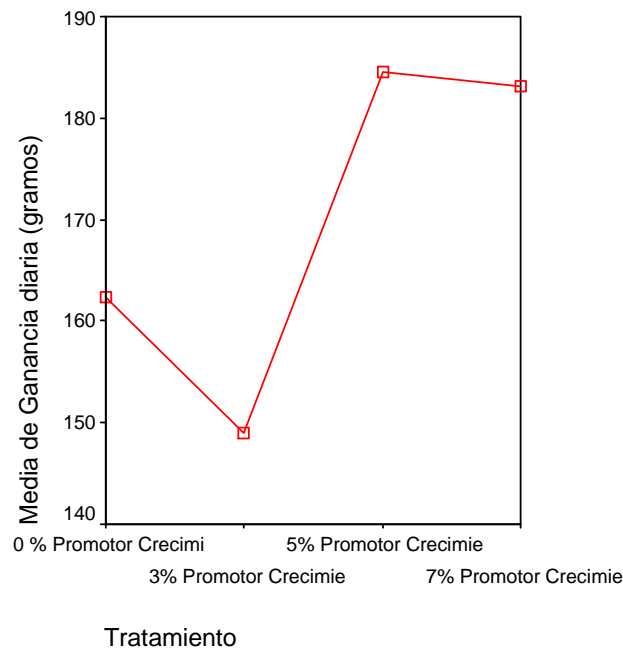
## Anexo 10. Características del promotor utilizado

| Indicador                   | %        |
|-----------------------------|----------|
| <b>Carbono</b>              | 80       |
| <b>Cenizas</b>              | 10       |
| <b>Azúcar</b>               | 10       |
| <b>Cenizas(Acosta 1987)</b> |          |
| <b>Mineral</b>              | <b>%</b> |
| <b>Alumino</b>              | 0,79     |
| <b>Calcio</b>               | 2,80     |
| <b>Magnesio</b>             | 2,10     |
| <b>Fósforo</b>              | 0,45     |
| <b>Silicio</b>              | 38,50    |
| <b>Hierro</b>               | 1,05     |
| <b>Otros</b>                | 53,21    |

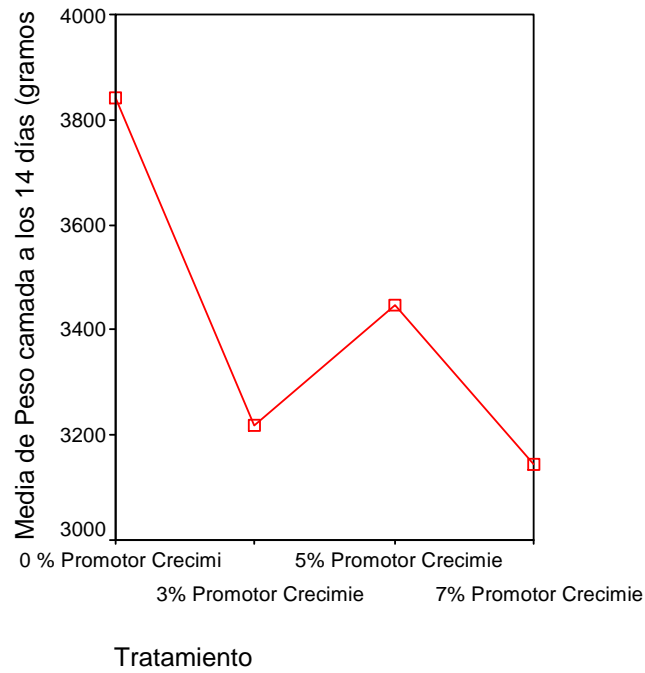
**Gráfico 1.- peso al destete de acuerdo a los niveles de promotor utilizado de las medias**



**Gráfico 2.- Ganancia media diaria de acuerdo a los niveles de promotor utilizado de las medias**



**Gráfico 4.- peso a los 14 días de acuerdo a los niveles de promotor utilizado de las medias**



**Gráfico 4.- peso a los 21 días de acuerdo a los niveles de promotor utilizado de las medias**

