



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN
DE INGENIEROS EN LA
ERA DIGITAL



EVALUACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) PARA OBTENCIÓN DE ABONO ORGÁNICO TIPO BOCASHI

**Karen Arce-Insuasty, María Benavides Enríquez, Julián Acosta Martínez, David
Álvarez Sánchez**

**Universidad Mariana
Pasto, Colombia**

Resumen

El cultivo de arveja en Colombia está asociado a la economía de pequeños y medianos campesinos pertenecientes a la zona andina, siendo el departamento de Nariño el principal productor con cerca de 14.000 hectáreas sembradas. Estudios preliminares indicaron que la siembra repetida de arveja, malas prácticas de preparación de suelo y la incineración de residuos de cosecha, provocan una disminución sobre la fertilidad natural del suelo. Por tanto, la presente evaluación buscó evaluar los subproductos derivados del cultivo de arveja para obtención de abono orgánico tipo Bocashi. Para esto, se evaluó la biomasa aérea (tallos y hojas) y las vainas después de cosecha, en cada caso se determinó la humedad, cenizas y carbono orgánico. A partir de la evaluación de los subproductos se formularon los abonos orgánicos usando un diseño irrestrictamente al azar (DIA) con arreglo factorial, en donde el factor A correspondió a la fuente de carbono: biomasa aérea y vaina; el factor B correspondió a tres distintas relaciones carbono nitrógeno (C:N) en este caso: 20:1, 30:1 y 40:1, los demás elementos del abono consistieron en una fórmula estandarizada Bocashi. La unidad experimental consistió en una macetera plástica con capacidad de 1 kg de abono final, usando cinco repeticiones por tratamiento. En cada caso fueron evaluadas las variables Temperatura, pH y humedad relativa, los resultados presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos para las variables propuestas, además se obtuvo un abono con parámetros de calidad dentro de la norma técnica NTC 5167 de productos para la industria agrícola. productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo la cual establece los parámetros requeridos para abonos, demostrando que estos subproductos poseen el potencial para ser usados dentro del manejo del cultivo de arveja a nivel de campo con el fin de restituir la fertilidad del suelo.

Palabras clave: fermentación; fertilidad; enmienda orgánica; agroecología

Abstract

Pea cultivation in Colombia is associated with the economy of small and medium-sized peasants belonging to the Andean area, with the department of Nariño being the main producer with nearly 14,000 hectares planted. Preliminary studies indicated that repeated seeding of peas, poor soil preparation practices and the incineration of crop residues, cause a decrease in the natural fertility of the soil. Therefore, the present evaluation sought to evaluate the by-products derived from the pea crop for obtaining Bocashi type organic fertilizer. For this, aerial biomass (stems and leaves) and pods were evaluated after harvest, in each case moisture, ash and organic carbon were determined. From the evaluation of by-products, organic fertilizers were formulated using an unrestricted random design (DIA) with a factorial arrangement, where factor A corresponded to the carbon source: aerial biomass and pod; factor B corresponded to three different carbon nitrogen (C: N) ratios in this case: 20: 1, 30: 1 and 40: 1, the other elements of the fertilizer consisted of a Bocashi standardized formula. The experimental unit consisted of a plastic flowerpot with a capacity of 1 kg of final fertilizer, using five repetitions per treatment. In each case the variables Temperature, pH and relative humidity were evaluated, the results showed statistical differences between treatments for the proposed variables, in addition a fertilizer with quality parameters was obtained within the technical norm NTC 5167 of products for the agricultural industry. organic products used as fertilizers and fertilizers and amendments or soil conditioners which establishes the parameters required for fertilizers, demonstrating that these byproducts have the potential to be used in the management of pea cultivation at the field level in order to restore fertility ground.

Keywords: fermentation, fertility, organic amendment, agroecology

1. Introducción

En Colombia el cultivo de arveja es el segundo en importancia de los cultivos de leguminosas después del frijol, este alimento es uno de los productos de la economía campesina de pequeños y medianos productores pertenecientes a la zona andina, es también sobresaliente en diferentes regiones del territorio nacional especialmente de clima frío localizados en el altiplano cundiboyacense y en los departamentos de Nariño y Tolima, éste cultivo se desarrolla entre los 2200 y 3000 metros sobre el nivel del mar (Peñerada y Molina, 2011).

El departamento de Nariño es el principal productor de arveja en el país, al año ya que se siembran entre 14.000 y 17.000 hectáreas de arveja arrojando como resultado una producción de aproximadamente 30.000 toneladas, este cultivo agrupa cerca de 8.000 familias de agricultores (Álvarez, 2017), con una dependencia estimada de 26.000 productores, generando alrededor de 2,3 millones de jornales y 15.000 empleos directos, este cultivo reviste cada día mayor importancia en muchas regiones de clima frío de Nariño por su influencia en el mejoramiento del suelo, en la calidad de la dieta alimenticia de los campesinos y por ser una fuente económica para el agricultor. Estos aspectos permiten utilizar dicha planta en la rotación de cultivos de interés regional como el trigo, cebada y papa (Osori, 2014); sin embargo, la diversificación de este y otros cultivos posee algunas limitantes en los sentidos técnico, económico y ambiental debido a la alta demanda de insumos químicos, y altos riesgos ambientales (Vanegas, 2010).

Se reporta que, la arveja es una planta muy sensible a suelos pobres y no prosperan en suelos con drenaje defectuoso o de mala estructura, condiciones ambas que conducen, después de una fuerte precipitación, a una mala aeración y encharcamiento (Rodríguez. G, 2015) razones como esta sumada a los riesgos ambientales, producidos por el uso de productos químicos y el desecho erróneo de los residuos post cosecha, hacen importante la evaluación de alternativas para la creación de productos que mediante el uso de desperdicios genere acciones positivas y sirvan como aporte a los suelos utilizados para el cultivo, antes de que se crearan los fertilizantes químicos, la única forma conocida de abastecer nutrimentos a las plantas y reponer aquellos extraídos del suelo por los cultivos, era mediante la utilización de abonos orgánicos hasta hacer el cambio por el uso de fertilizantes químicos ya que estos favorecen los incrementos en el rendimiento de las cosechas, sin embargo, el uso inadecuado e indiscriminado de fertilizantes químicos, está conduciendo al surgimiento de problemas del medio ecológico y al deterioro de otros recursos naturales propiciado que en la actualidad el suelo sufra un agotamiento acelerado de materia orgánica y pérdida de fertilidad y capacidad productiva generando así un desbalance nutritivo. (Trinidad, 2006), por este motivo se plantea la alternativa de retomar la creación de abono orgánico fermentado tipo bokashi el cual se obtiene por la fermentación de materiales y contiene elementos que conforman un abono completo superior a las fórmulas de fertilizantes químicos (Portilla, Morataya, Santos, y Cárcamo, 2011). haciendo así uso de desechos orgánicos generados por fincas y espacios de cultivo, que mal utilizados o sin una buena disposición final son contaminantes, ya que los abonos orgánicos suministran diferentes nutrientes asimilables por las plantas y además su aporte de nitrógeno y fósforo tiene un efecto más prolongado y duradero para los cultivos que aquel aportado por productos químicos, como también permiten la reducción de costos de explotaciones agrícolas, mejorando las condiciones físicas de los suelos como la aireación y la retención de humedad y además permiten que la textura del suelo sea menos densa facilitando así un mejor desarrollo de raíces (Cenicafé, 2004).

La presente investigación tiene como objeto estudiar la capacidad de los residuos de cosecha de la arveja tales como vaina y biomasa aérea como tallos y hojas a fin de producir abono orgánico fermentado bokashi, que pueda ser utilizado en cultivos agrícolas, y de esta manera suministrar los nutrientes necesarios y adecuados al suelo haciendo uso de los residuos orgánicos generados post cosecha del cultivo de arveja y evaluar mediante análisis fisicoquímicos dicho abono.

2. Justificación

La utilización de los residuos post cosecha para la creación de productos agrícolas, pueden ser una alternativa que contribuya en la mitigación de los problemas de contaminación ambiental, ya que generalmente estos son destinados a la quema in situ a cielo abierto, esto con el objetivo de preparar la tierra para el próximo ciclo agrícola sin tener en cuenta el nivel de impactos negativos que esto puede causar.

Según Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (2008), los desechos mal manejados provocan un desecamiento desuniforme del suelo y, por ende, una demora en el calentamiento de la cama de siembra o una germinación irregular del cultivo, los desechos interfieren con las actividades de siembra y fertilización, impiden la emergencia de

plántulas, de igual forma la quema in situ a cielo abierto, por lo cual es importante el problema de la contaminación ambiental, por lo que repercute en la emisión de monóxido de carbono (CO), material particulado y metano (CH₄) al ambiente, ocasionando un deterioro en la calidad del aire (Alberto et al., 2011), este proyecto surge como una alternativa para generar un subproducto a partir de la biomasa aérea de la arveja ya que el único que es útil de la planta es el grano, de esta forma obteniendo un subproducto útil para la regeneración de los mismos, ya que contiene una alta capacidad de fijación de nitrógeno, fósforo y azufre.

3. Objetivos

- **Objetivo General.** Evaluación del efecto de los subproductos del cultivo de arveja para la obtención de abono orgánico tipo bokashi.
 - **Objetivos Específicos.** Los siguientes objetivos, se planean para darle cumplimiento al objetivo general.
- Evaluar los subproductos obtenidos del cultivo de la arveja del Centro Agropecuario SENA basados en dos parámetros como lo son la vaina y la biomasa aérea.
 - Evaluar mediante diferentes composiciones el abono orgánico tipo bokashi a partir de subproductos de arveja trabajadas bajo parámetros

4. Metodología

Obtención de los subproductos evaluados. Se identificó el cultivo en el sector agrícola, dedicado a la producción de arveja de la institución educativa SENA de la ciudad de Pasto departamento de Nariño, en la cual se tomaron los subproductos resultantes al finalizar proceso de cosecha.

Evaluación bromatológica de los subproductos de arveja

Los análisis fueron realizados respectivamente de la manera descrita a continuación:

- **Determinación carbono orgánico.** Las muestras de vaina y biomasa aérea fueron llevadas a los laboratorios especializados en estado seco triturado en una cantidad de 30g para ser analizadas por profesionales especialistas obteniendo un resultado con categoría certificada, para mayor confiabilidad de los análisis del presente estudio.
- **Determinación de nitrógeno total.** Para este análisis al igual que el de Carbono muestras de vaina y biomasa aérea fueron llevadas a los laboratorios especializados en estado seco triturado en una cantidad de 30g.
- **Determinación de humedad.** Según Norma Técnica, (2007) (NTC 5167), se toma una muestra representativa de materia en un recipiente previamente tarado (Mr), para proceder a pesar la muestra húmeda más el recipiente (Mh), posteriormente se coloca el conjunto dentro del horno durante 24 horas, a una temperatura de 110°C, transcurrido dicho tiempo, se determina el peso del recipiente con la materia seca (Ms).

Diseño experimental. Para evaluar los abonos orgánicos provenientes de subproductos del cultivo de arveja, se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (DIA) con arreglo factorial, en donde el factor A correspondió a la fuente de carbono en este caso: vaina y biomasa aérea; el factor B correspondió a tres distintas relaciones carbono nitrógeno (C:N) en este caso: 20:1, 30:1 y 40:1. Los seis tratamientos corresponden a la interacción de los dos factores como se observa en la Tabla X, la unidad experimental consistió en una maceta plástica con capacidad de 1 kg de abono final, usando cinco repeticiones por tratamiento.

Balance de materia según relaciones (C:N) establecidas: Según los análisis de Carbono y Nitrógeno obtenidos se procedió a establecer un realizar un balance de masa y de esta manera establecer qué cantidades de material orgánico entran al proceso de compostaje.

Mezcla de insumos y suspensiones. Para la mezcla de los materiales se procede a formar se tomó un recipiente con capacidad de 50 litros de volumen, en este fueron agregados los materiales leche, M.E, levadura, cal y melaza previamente medidos y fueron mezclados, esto para obtener una mezcla regularmente homogénea Según (Acosta et al., 2011) posteriormente cantidades de 0,5 kg fueron distribuidas equitativamente en recipientes de un 1kg de capacidad y de esta manera fueron añadidas las cantidades de fuentes de carbono vaina y biomasa aérea según los tratamientos (20:1), (30:1) y (40:1), previamente establecidas en el diseño experimental.

5. Resultados

Análisis bromatológico de materia prima.

Para el análisis bromatológico se envió muestras de 30 gramos al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), ubicado en el valle del cauca, para los análisis bromatológicos se enviaron dos muestras (vaina, hojas y tallos), previamente secas y trituradas.

Tabla 2. Análisis bromatológicos de la materia prima.

ANÁLISIS	RESULTADO VAINA	RESULTADO HOJAS Y TALLOS
HUMEDAD	6,409%	0,31%

El análisis de humedad es necesario para determinar el estado de la materia prima, y la condición en la q se encuentra en la materia antes de ser sometida al proceso de compostaje, el cual será además de una variable de respuesta, un parámetro importante a la hora de ser finalmente aplicado a los suelos destinados a cultivo.

García, R., (2010) sostiene que el bajo contenido de actividad de agua en el fruto de arveja ayuda a que haya menos contaminación microbiana más sin embargo según Garg et al., (2014), la arveja tiene una actividad de agua del 0,98 a una temperatura de 18°C lo cual es muy elevada siendo débil a la contaminación microbiana.

El resultado de 6,409 % de humedad obtenido en la vaina de arveja señala que también debe necesariamente ser analizado en base seca, ya que el alto contenido de humedad, como afirman autores en documentos previos puede significar un aspecto negativo en cuanto a su almacenamiento generando un ambiente propicio para el desarrollo de contaminantes microbianos y de esta manera determinar el estado de la materia prima utilizada.

Tabla 3. Resultados de cantidad de carbono orgánico y nitrógeno de la materia prima.

	Peso de muestra seca (g)	Carbono	Nitrógeno	Hidrógeno
Vaina	30	9,6%	3,77%	5,25%
Follaje		0,5%	3,05%	5,25%

Los análisis de carbono y nitrógeno realizados a la materia orgánica de origen vegetal generada a partir del cultivo de la arveja permiten determinar si el contenido de dichos nutrientes es el más adecuado según estudios previos, siendo la materia vegetal fuente de carbono y determinar el complemento de nitrógeno aportado por residuos, ya que para garantizar la calidad del abono, además debe existir un equilibrio entre la cantidad de residuos ricos en Carbono (55,5g) y la cantidad de residuos ricos en nitrógeno (44,5g) en el caso de estimar 1 kg de residuos orgánicos totales según Martínez, L.,(2015).

2. Elaboración del abono orgánico tipo bocashi

Figura 1. Mezcla de insumos.



Para la elaboración del abono tipo bokashi se trabajó con un inóculo (microorganismos eficientes) los cuales se trabajaron en las mismas concentraciones de 1 litro por cada 20 litros de solución.

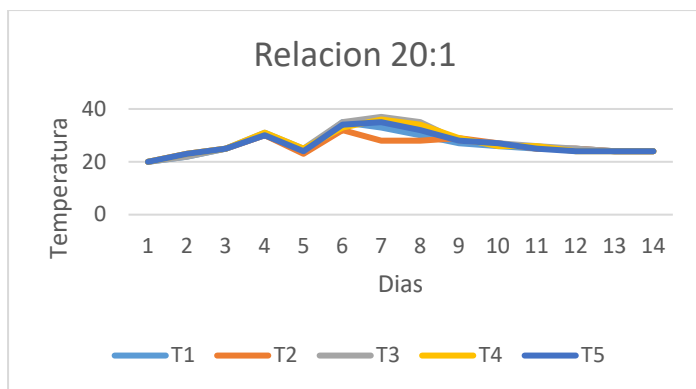
Registro de variables de control.

Registro de temperaturas de primer factor tallos y

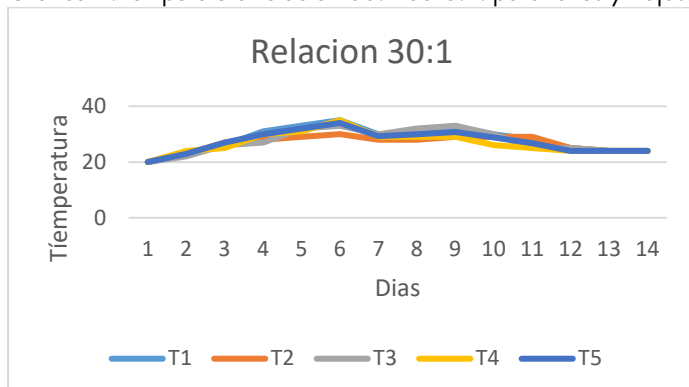
hojas de arveja

Las gráficas expuestas a continuación datan de los registros de temperatura recolectados diariamente para cada una de las muestras elaboradas para el primer nivel de materia prima siendo este tallos y hojas de arveja, en el eje (Y) se proporcionan los valores de temperatura registrados, en el eje (X) los días de proceso de fermentación, cada uno de las relaciones C:N fue realizada en 5 repeticiones arrojadas por el diseño experimental aplicado estos, son nombrados de T1 a T5 y son representados por cada una de las curvas en la gráfica.

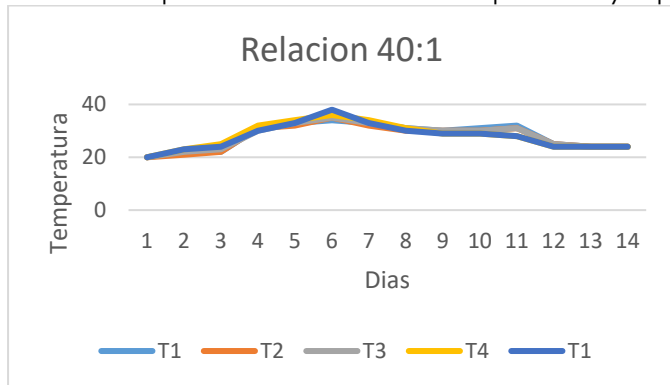
Gráfica 1. temperatura relación 20:1 de C:N para tallos y hojas.



Gráfica 2. temperatura relación 30:1 de C:N para tallos y hojas.



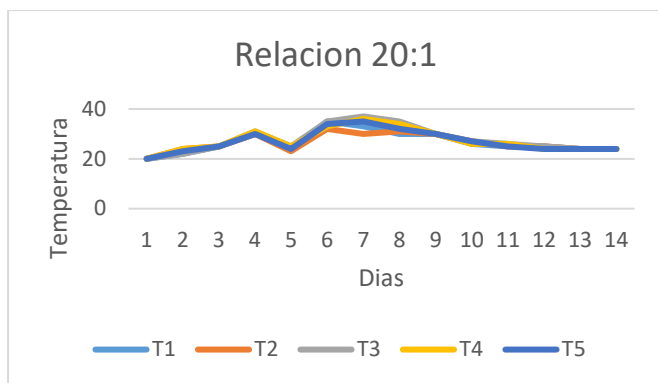
Gráfica 3. temperatura relación 40:1 de C:N para tallos y hojas.



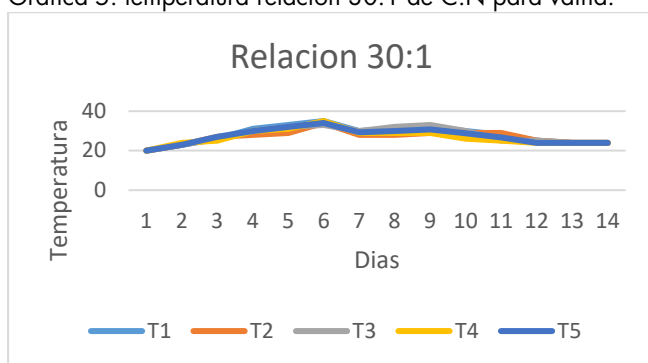
Registro de temperaturas de primer factor vaina de arveja

Las gráficas expuestas a continuación datan de los registros de temperatura recolectados diariamente para cada una de las muestras elaboradas para el primer nivel de materia prima siendo este la vaina de arveja, en el eje (Y) se proporcionan los valores de temperatura registrados, en el eje (X) los días de proceso de fermentación, cada uno de las relaciones C:N fue realizada en 5 repeticiones arrojadas por el diseño experimental aplicado estos, son nombrados de T1 a T5 y son representados por cada una de las curvas en la gráfica.

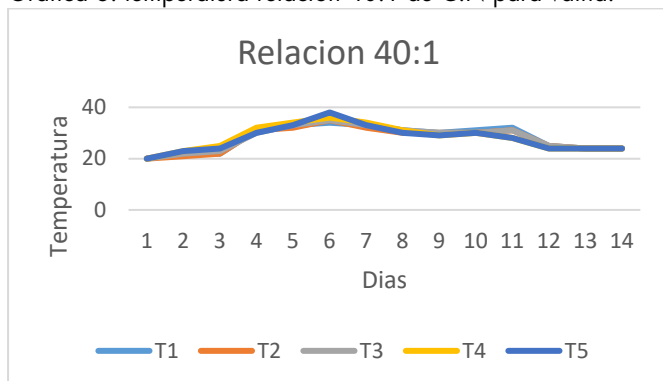
Gráfica 4. temperatura relación 20:1 de C:N para vaina.



Gráfica 5. temperatura relación 30:1 de C:N para vaina.



Gráfica 6. temperatura relación 40:1 de C:N para vaina.



Podemos observar que la mayoría de las relaciones cumple la fermentación se de gran importancia el pH, la prueba de puño, se esta forma escoger el mejor abono, de igual forma estudios de compostaje final como carbono y nitrógeno.

6. Referencia

- Peñerada, G., y Molina, D. (Enero- Diciembre, 2011). La producción de arveja (*psium stivum*) en la vereda monteadentro, provincia de pamplona, norte de Santander. Recuperado de http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/FACE/article/viewFile/334/322

- Álvarez, D. (9 Mayo de 2017). Universidad Nacional de Colombia, Sustentabilidad del cultivo de arveja en Nariño estaría en riesgo. Recuperado de <http://www.palmira.unal.edu.co/index.php/noticias/palmira/335-sustentabilidad-del-cultivo-de-arveja-en-narino-estaria-en-riesgo>
- Osorio, O. (2014). Evaluación de la aptitud de nuevas líneas de arveja (*pisum sativum* l.) para procesamiento agroindustrial actualmente aptas agrónomicamente en el departamento de Nariño. Universidad de Nariño. Recuperado de <http://www.ucc.edu.co/pasto/prensa/2014/Documents/1-Resumen Proyecto L%C3%ADneas%20Arveja.pdf>
- Trinidad, A. (2006). Abonos Orgánicos. Subsecretaría de desarrollo rural dirección general de apoyos para el desarrollo rural. Instituto de recursos Naturales. SAGARPA. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>
- Piedrahita, C., & Caviedes, D., (2012). Elaboración de un Abono Tipo "Bocashi" a Partir Desechos Orgánicos y Sub Productos de Industria Láctea (Lacto Suero). Universidad de San Buenaventura. Cali-Colombia. Recuperado de [http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1114/1/Abono Bocashi Lactea Pi edrahita 2012.pdf](http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1114/1/Abono%20Bocashi%20Lactea%20Piedrahita%202012.pdf)
- González, S., (2010). Sacarificación Enzimática de la Vaina de Arveja Fresca (*Pisum Sativum* L.) Variedad Sabanera Para Obtención de Azúcares Reductores. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Recuperado de <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/579/1297>
- García, R., (04 de 2010). Estudio de la Deshidratación Osmótica de la Arveja china (*Pisum Sativum* L.) mediante dos metodologías, directa e indirecta, como alternativa tecnológica al sector hortofrutícola del país. Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1152_Q.pdf

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)