

DIMENSION OPTIMA DE UNA CENTRAL FRUTICOLA EN UNA COMARCA DE PRODUCCION VECERA

Por
ENRIQUE BALLESTERO
Dr. Ingeniero Agrónomo

INTRODUCCIÓN.

a) *El conocido problema general.*

DOS son los problemas básicos que se le plantean al empresario en el momento de decidir la creación de una Central frutícola: el lugar de emplazamiento y la dimensión de sus instalaciones. Se supone que la comarca está especializada en la producción de una única especie frutal y que no existe otra Central frutícola competidora en la zona.

La elección de lugar de emplazamiento es función de un complejo de circunstancias, entre las cuales tienen importancia excepcional las economías externas. A primera vista, pueden seleccionarse, dentro de una comarca, un corto número de localidades como candidatas. Las buenas comunicaciones, los privilegios jurídicos de todo tipo, el suministro asegurado de agua y electricidad, el reaprovisionamiento fácil de piezas y accesorios, la existencia de talleres auxiliares, el clima favorable que atrae y retiene a la mano de obra especializada, la atmósfera, en suma, de desarrollo local, son condiciones indispensables que permiten en la práctica reducir el problema de la localización a una elección muy restringida. Como variables a tener en cuenta en esta elección restringida quedan, principalmente, los costos de transporte del fruto a la Central, y quizá también los del transporte del fruto manipulado

a los centros consumidores. Estos últimos juegan poco papel en el caso frecuente de que, estando los principales centros consumidores alejados de la comarca donde va a ser instalada la Central, la pequeña diferencia de distancias entre las localidades de la comarca a los centros consumidores, en relación con la distancia absoluta, apenas representa un margen apreciable en los costos. Otros factores, como el precio de solares adecuados y facilidades crediticias locales, influirán también en el proceso de decisión.

Reducido a estos términos, la elección de un óptimo de localización puede resolverse sin dificultad por la programación económica, ya que las variables influyentes son todas cuantificables. Desde los tiempos de Weber, se han dado diversas soluciones al problema. Sin embargo, creemos que el procedimiento más práctico (y al mismo tiempo más riguroso) consiste en efectuar tantos estudios económicos como localidades candidatas a la elección, utilizando un mismo modelo para todas ellas. Tal procedimiento no resulta engorroso, teniendo presente que en los casos reales el número de localidades a considerar rara vez será superior a dos o tres. Se elegirá, naturalmente, aquella cuyo estudio económico arroje resultados más favorables.

De acuerdo con este planteamiento, el problema de determinar la dimensión óptima de la Central se presenta como cuestión previa al problema de la localización. La dimensión óptima variará, en general, con el lugar de emplazamiento de la Central. Esto es debido al influjo de los costos de transporte del fruto, que serán diferentes para cada lugar de emplazamiento. Y puesto que la dimensión que se da a la Central es un factor importante en el cálculo de la rentabilidad, es evidente que para comparar las rentabilidades atribuibles a la Central, según sean sus posibles emplazamientos, es preciso hallar previamente la dimensión óptima de las instalaciones en cada caso. Por esta razón, pasaremos a ocuparnos del problema de la determinación del óptimo dimensional para un emplazamiento dado.

La capacidad óptima de la Central es el volumen de fruto que hace mínimos los costos unitarios a largo plazo, teniendo en cuenta la variación de productividad en función de aquella capacidad y, además, los costos de transporte del fruto desde el campo a la Planta de tratamiento. Es decir, los costos unitarios conjuntos de transporte y funcionamiento deben ser minimizados. A continua-

ción precisaremos la afirmación anterior y los supuestos en que se basa.

No puede asegurarse que el punto de la curva de costos unitarios a largo plazo para el cual dichos costos son mínimos sea el que proporcione máximos beneficios a corto plazo a la Central. Esto dependerá de la demanda de fruto manipulado por parte de los consumidores del país (o extranjeros), así como de la oferta de la misma clase de fruto por otras centrales frutícolas del país (o, eventualmente, extranjeras). Incluso habría que considerar el efecto de la oferta y demanda de otras clases de frutos competitivos.

Supongamos, por un momento, realizado un estudio a fondo del mercado, al objeto de determinar el punto de la curva de costos unitarios que maximiza el beneficio a corto plazo de la Central. Supongamos también que dicho punto corresponde a una capacidad superior a la del punto óptimo de explotación a largo plazo, es decir, el punto donde la curva de costos unitarios a largo plazo pasa por un mínimo. ¿Sería prudente, en este caso, proyectar las instalaciones de la Central para aquella capacidad superior? Seguramente, no. A largo plazo, y al decir largo plazo conviene pensar en un plazo no demasiado largo, el punto óptimo de explotación a largo plazo proporcionará mayores beneficios. Esta propiedad del punto óptimo de explotación a largo plazo es perfectamente conocida desde antiguo por los economistas (1). Si la demanda, en relación con la oferta, en un momento dado, es tal que permite obtener beneficios trabajando con capacidad superior al punto óptimo de explotación a largo plazo, ello estimulará la creación de nuevas centrales, lo que puede ocurrir en un espacio de tiempo no demasiado largo. Y después, como es bien sabido, serán las Empresas que trabajen en el punto óptimo de explotación a largo plazo las que se encontrarán mejor situadas para sobrevivir.

Es, por tanto, razonable buscar la capacidad de la Central que minimiza los costos unitarios a largo plazo. Ahora bien, más arriba se dice que la capacidad óptima corresponde a la minimización de los costos unitarios conjuntos de funcionamiento y trans-

(1) Vid., por ejemplo, CASTAÑEDA: *Lecciones de Teoría Económica*, pág. 311. El punto óptimo de explotación a largo plazo se llama allí «dimensión óptima de la empresa», pero no hemos querido emplear este nombre en el presente trabajo, a fin de evitar posibles confusiones.

porte. Ello se debe al siguiente supuesto, que conviene especificar. La producción frutera comarcal se vende en un mercado de competencia perfecta, en el que el precio del fruto viene dado al productor por el automatismo del mercado. Este precio es el mismo para todos los productores de la comarca a igualdad de calidades de fruto. El supuesto es bastante racional, en virtud de la indiferencia en costos de transporte desde cualquier localidad de la comarca a los centros consumidores de todo el país (y quizá del extranjero), según hemos ya explicado.

En este supuesto, la Central frutícola comarcal deberá cargar a su cuenta de costos unitarios los de transporte del fruto desde cada localidad a la Central. Es decir, comprará en todas las localidades al mismo precio (el fijado por el mercado de competencia perfecta) y correrá después con los gastos de transporte a la Central. No puede proceder de otra forma, ya que si quisiera imponer una rebaja en los precios de compra al fruto de las localidades más alejadas de la Central —rebaja que compensará los mayores gastos de transporte—, los productores de estas localidades más alejadas de la Central (pero no necesariamente de los centros consumidores repartidos por todo el país o el extranjero) se negarían a aceptar tal precio rebajado. Por esta razón, para hallar la capacidad óptima de la Central será preciso minimizar la función suma de costos unitarios de funcionamiento y transporte.

Veamos ahora cuál es la forma previsible de estas funciones. La curva de costos unitarios de funcionamiento a largo plazo de la Central presentará, con toda probabilidad, una marcha decreciente a medida que aumenta la capacidad, hasta un cierto punto, en que los costos unitarios a largo plazo se convertirán en crecientes. Semejante comportamiento de las curvas de costos unitarios es el aceptado comúnmente por la teoría económica, y una Central frutícola, como cualquier empresa análoga, se ajustará probablemente a este modelo. Nos limitaremos aquí a su confirmación en un caso real, a partir de los datos empíricos de que disponemos para el presente trabajo.

En cuanto a la curva de gastos unitarios de transporte, es evidente que crecerá con la capacidad de la Central. El abastecimiento de fruto en una Central grande requerirá efectuar compras en localidades alejadas, mientras que una Central pequeña puede cubrir sus necesidades sin salir de los límites de las localidades más próximas.

El planteamiento analítico del problema es simple. Basta, como es bien sabido, minimizar la expresión:

$$\frac{f(x)}{x} + \frac{t(x)}{x}$$

donde:

$f(x)$ es la función de costos totales de funcionamiento.

$t(x)$ es la función de costos totales de transporte.

x es la capacidad de la Central.

Se pueden hacer diversas hipótesis sobre las funciones $f(x)$, $t(x)$, a fin de llegar a su determinación de modo operativo. La forma polinómica, más o menos sencilla, es adecuada para el ajuste de la función $f(x)$. En otros trabajos se introduce la función exponencial para $f(x)$ y se supone un espacio continuo de densidad de fruto constante para fijar la función de costos de transporte (2). Nosotros preferimos prescindir de la hipótesis simplificadora de densidad de fruto en un espacio continuo, como se verá más adelante, a fin de acercarnos en mayor medida a la realidad.

b) *El problema especial en el caso de producción vecera.*

Cuando la especie frutal dominante en la zona presenta acusado carácter vecero en su producción, el conocido procedimiento de optimación, cuyo planteamiento y solución acabamos de recordar, cae en defecto y está lejos de proporcionar resultados satisfactorios.

No hemos encontrado ningún trabajo que aborde el problema planteado en una comarca de producción vecera, y que trataremos a continuación.

El fenómeno de la vecería es corriente en especies frutales de nuestro país, entre los que el olivo es, quizá, la más citada. Consiste, como se sabe, en un ciclo anual de volumen de producción, cuya intensidad es muchas veces notable, y que alcanza de modo uniforme a la mayor parte de las plantaciones de la especie frutal

(2) Vid. un planteamiento semejante, cuando se trata de costos de distribución de ventas, en el artículo de COBIA BABB: «An application of Equilibrium, etc.», *Journal of Farm Economics*, febrero 1964.

considerada en la comarca. Las diferencias en el volumen de producción frutal de un año al siguiente son tan intensas que llegan a representar valores del 200 y hasta del 300 por 100. Un ejemplo característico, si bien menos divulgado que el del olivar, es el de las plantaciones de manzano en Asturias. La producción de manzana de mesa oscila de manera muy pronunciada. En los años impares se presentan con típica regularidad las altas producciones, y en los años pares, las bajas. El volumen de fruta en años impares viene a ser tres veces superior al de los años pares, por término medio. Exactamente, la relación media de producciones entre años pares e impares, durante el período de once años, 1952-1962, ambos inclusive, fué de 0,31, según se desprende de los datos estadísticos publicados por la Dirección General de Agricultura (véase el cuadro núm. 1). A semejante relación se llega, asimismo, a través de las cifras de producciones medias, agrupadas por concejos, y que se insertan en el cuadro núm. 2, procedentes de la información facilitada por la Estación Pomológica de Villaviciosa. Las cifras de producción en años pares e impares de manzana total, para mesa y para la elaboración de sidra, guardan la misma relación.

Las causas de estas oscilaciones son fisiológicas o debidas a deficiencias en el cultivo, procedimientos de recogida del fruto, etcétera, y no vamos a entrar en su estudio. Lo único que nos interesa remarcar a los lectores sin formación técnica agrícola es que, a diferencia de los ciclos anuales de producción en ciertos cultivos, la vecería no obedece a motivaciones económicas basadas en los precios del producto. Ello es evidente, pues la vecería es característica de especies arbóreas, en las que no cabe al agricultor influir una variación a plazo anual del volumen de producción mediante el simple incremento de la superficie sembrada, como es el caso de los cultivos herbáceos; por ejemplo, el cultivo de patata. Ciertamente, podría pensarse que un tratamiento más esmerado en el cultivo y, en especial, una mejora en las dosis de abonado y lucha contra plagas, a consecuencia del efecto psicológico sobre el agricultor por los halagüeños resultados económicos de una anterior campaña de producción corta, conduciría a una campaña de producción larga en la que los resultados económicos serían insatisfactorios, generándose de este modo el ciclo con arreglo al modelo de la telaraña. Pero esta interpretación no parece justa. Razones en contra de la misma son las siguientes:

1) En primer lugar, no es seguro que la incidencia de una mejora, durante el año, en los métodos de cultivo, abonado y tratamientos fitosanitarios pueda acarrear aumentos del volumen de producción de un orden de magnitud como el señalado; pero, aunque así fuera, la experiencia enseña que el fenómeno de la vecería se da con toda su intensidad en comarcas donde los cuidados culturales de la especie arbórea son muy escasos, rudimentarios y, a veces, nulos, y esto constantemente en años buenos y malos, sin que el resultado económico favorable de un año incite al agricultor a forzar la intensidad del cultivo arbóreo a fin de lograr una cosecha abundante al año siguiente. Y ello es natural, teniendo en cuenta que la vecería aparece muchas veces en regiones en las que el agricultor es reacio a la implantación de mejoras técnicas en el cultivo, carece de preparación suficiente, así como de capacidad financiera, e incluso, en ciertos casos, no concede demasiada importancia al cultivo frutal, que para él no es sino una fuente complementaria de ingresos que debe agradecer casi exclusivamente a la Naturaleza. Esta última situación es la del manzano en Asturias. Por otra parte, el fenómeno de la vecería, concretamente en España, es antiquísimo y, de hecho, muy anterior a la revolución agrícola causada por la extensión de fertilizantes, anti-parasitarios y demás métodos modernos de cultivo.

2) En segundo lugar, el efecto económico adverso para el agricultor debido a un fuerte incremento de la producción de fruto en el país no es tan agudo cuando tiene por causa un aumento de los rendimientos unitarios, que cuando obedece a un aumento en la superficie sembrada, pero conservándose los rendimientos unitarios constantes. La razón es obvia, ya que en el primer caso el aumento de la producción unitaria compensa, aunque sólo sea en parte, la disminución de ingresos debida a la baja del precio. No cabe duda que la baja elasticidad de demanda, general en los productos agrícolas, traerá consigo el que el efecto compensatorio no sea, ni mucho menos, total; pero, de todas formas, la crisis será, probablemente, menos grave.

3) En tercer lugar, no hay por qué suponer que la vecería afecte de modo uniforme a la especie frutal considerada en todo el país. Muy al contrario, aunque el fenómeno de la vecería fuera extensivo a toda la nación en aquella especie arbórea, el ciclo vecero de una comarca no se superpondrá necesariamente al ciclo vecero de otras comarcas del país, de manera que las altas y

bajas sinuosidades se suavizarán o anularán por compensación. La existencia de un comercio exterior desarrollado del fruto en cuestión colaborará en el mismo sentido. De este modo, apenas hay razón para imaginar una oscilación cíclica anual de precios en el país debida a la vecería. Sin embargo, conviene tener presente que el precio del fruto en la comarca puede muy bien ser notablemente afectado por las oscilaciones de producción veceras a causa de la imperfección del mercado. Es lo que normalmente ocurre. Este hecho anula la tercera razón en contra de la interpretación económica del ciclo vecero, pero quedan en pie las dos razones anteriores; la primera de ellas, definitiva.

Añadiremos, por último, que el problema de la dimensión óptima de una Central, en el caso que nos ocupa, se plantea con independencia de que el ciclo anual de producción se deba a factores agronómicos y técnicos o económicos; si bien, en el primer caso, la constancia y regularidad del ciclo favorecen la solidez de los resultados de la programación.

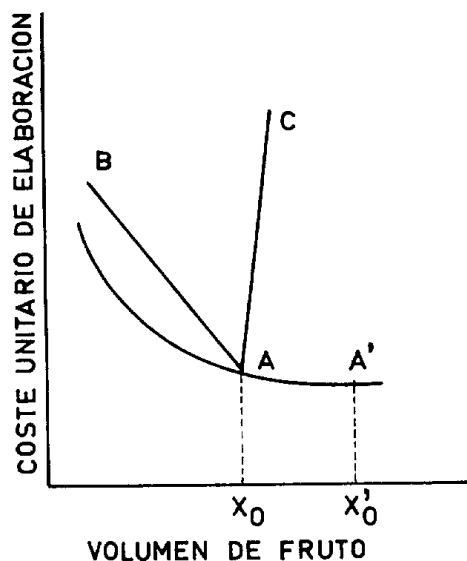
CARÁCTER DE LAS FUNCIONES DE COSTO DE ELABORACIÓN, TRANSPORTE Y PRECIOS.

Supongamos, por un momento, que la Central ha sido proyectada para una capacidad dada, a la que llamaremos x_0 . Resulta evidente que la Central no trabajará todos los años a dicha capacidad. En un año de producción corta en la comarca, si el volumen de cosecha es menor que la dimensión x_0 de la Central, ésta tendrá que emplearse por debajo de su capacidad. Pero, incluso aunque el volumen de cosecha en la comarca supere a x_0 , no es seguro que la Central compre todo el fruto necesario para cubrir su capacidad, ya que es preciso tener en cuenta el efecto de los costos unitarios de transporte del fruto a la Central, que aumenta a medida que se incrementa la cantidad de fruto adquirido.

La función de costos unitarios de elaboración para una capacidad x_0 viene representada de un modo simplificado en la figura 1 por la línea quebrada *BAC*. En abscisas se mide el volumen de fruto elaborado, y en ordenadas, el costo unitario de elaboración correspondiente. Se observa que la función de costos unitarios de elaboración presenta en dicha figura:

1.º Un tramo descendente, *BA*, para volúmenes de funcionamiento inferiores a x_0 . Esto es debido a que trabajando la Central

Figura 1



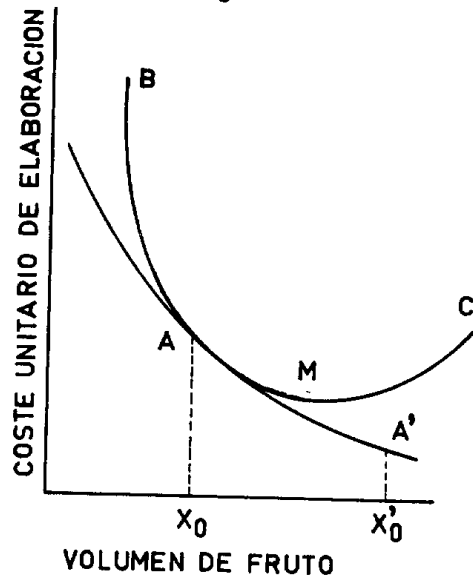
por debajo de su capacidad los costos unitarios son mayores que si trabajara a su plena capacidad, a causa de los costos fijos de funcionamiento. Naturalmente, serán tanto mayores cuanto más por debajo de su capacidad trabaje la Central, y con una representación simplificada podemos suponer que crecen proporcionalmente.

2.º Un mínimo en el punto A, correspondiente a la capacidad de la Central. En seguida revisaremos este supuesto.

3.º Un tramo ascendente, AC, para volúmenes de funcionamiento superiores a x_0 . Esto es debido al incremento de los costos unitarios cuando la Central trabaja por encima de su capacidad; incremento que seguramente se presentará de modo muy pronunciado y más que proporcionalmente respecto al incremento de volumen de fruto, si bien en una representación simplificada podemos suponer crecimiento proporcional.

En la figura 2, la función de costos unitarios de elaboración se representa por una curva, *BAMC*, compuesta de un tramo descendente, *BAM*, que comprende el punto A, correspondiente a la capacidad x_0 de la Central, y un tramo ascendente a partir del mínimo, *M*. De modo diferente a lo que ocurre en la representa-

Figura 2



ción de la figura 1, aquí el punto *A* no coincide con el costo unitario de funcionamiento mínimo, sino que tal costo mínimo aparece para un volumen de fruto algo mayor que la capacidad de la Central. Esto es perfectamente posible teniendo en cuenta que la introducción de turnos de trabajo más apretados puede interesar económicamente, a consecuencia del ahorro unitario en gastos fijos, siempre que no se vaya demasiado lejos al forzar la capacidad de la Central, lo que sería casi imposible por las limitaciones de espacio para almacenamiento, cámaras de refrigeración, etc.

Si en la figura 1 (o en la figura 2) unimos ahora los puntos *A*, *A'*, correspondientes a distintas capacidades de funcionamiento proyectadas para la Central, obtenemos la curva *AA'*. Esta curva es el lugar geométrico de los costos unitarios de elaboración para centrales de capacidades diferentes cuando cada Central elabora un volumen de fruto igual a su capacidad, es decir, cuando trabaja a su capacidad plena, pero sin forzarla.

La curva *AA'* será, con toda probabilidad, descendente, siempre que no se alcancen capacidades demasiado grandes, por las economías resultantes de los procedimientos de manipulación mecanizada en las grandes centrales y de la disminución, hasta un

cierto punto, de los gastos generales por unidad de fruto. A partir de una cierta capacidad la curva se tornará ascendente, por las razones ya conocidas.

La función de costos unitarios de transporte del fruto a la Central tiene carácter creciente, conforme antes se ha indicado, debido a las mayores distancias medias que debe recorrer el fruto a medida que el volumen de compra aumenta. La forma de determinar esta función por ajuste de datos reales se expone más adelante.

Debemos, por último, considerar la función de precios del fruto. Esta función puede ser:

1.º Constante respecto a la variable año par o impar; es decir, independiente del fenómeno de producción vecera en la comarca. Este caso aparecerá, desde un punto de vista teórico, cuando la producción de la comarca tenga un peso pequeño o insignificante en el mercado nacional de fruto. Sin embargo, las imperfecciones del mercado alterarán, seguramente, los precios de manera sensible, sobre todo en años de producción corta, según luego se dirá.

2.º Dependiente de la variable año par o impar; es decir, dependiente del fenómeno de producción vecera en la comarca. La función de precios tomará un valor diferente para cada clase de año, a consecuencia de la vecería.

A su vez, dentro del caso 2.º pueden darse dos subcasos:

2.º a) La política de compras de la Central no influye sensiblemente en el precio del fruto. Esto ocurrirá sólo cuando el volumen de compras de la Central no represente un porcentaje apreciable de la cosecha comarcal.

2.º b) La política de compras de la Central influye en el precio del fruto. Este caso ocurrirá cuando la Central ha sido proyectada con vistas a absorber una parte apreciable (o la mayor parte) de la producción comarcal.

El. MODELO.

Empleamos la notación siguiente:

x_0 = capacidad proyectada de la Central.

x = volumen de fruto elaborado.

μ = parámetro que pueda tomar dos valores, μ_1, μ_2 , los cuales corresponden a un año de producción corta y a un año de producción larga, respectivamente.

Sean:

$f(xx_0)$ la función de costos de funcionamiento de la Central de capacidad x_0 .

$t(x\mu)$ la función de costos de transporte del fruto desde el campo a la Central en un año μ .

Los costos de funcionamiento vienen dados como función paramétrica $f(xx_0)$ de la capacidad x_0 , siendo la variable independiente el volumen de fruto elaborado. En efecto, para una capacidad dada x_0 , la Central elaborará un volumen de fruto x , que puede ser inferior a x_0 (cuando la Central trabaje por debajo de su capacidad), superior a x_0 (en el caso eventual en que la Central trabaje forzando su capacidad) o bien coincidir con x_0 (en el caso en que la Central trabaje a su plena capacidad).

Los costos de transporte del fruto desde el campo a la Central vienen dados como función paramétrica $t(x\mu)$ del parámetro μ , representativo de la campaña de que se trate (año de producción corta o larga), siendo la variable independiente el volumen de fruto elaborado. En efecto, para un año de determinada clase, por ejemplo, de producción corta, los costos de transporte dependen únicamente del volumen de fruto adquirido por la Central, creciendo a medida que x aumenta, al ser necesario comprar el fruto en lugares cada vez más alejados. Al variar la clase de año, varía el valor del parámetro μ y, por tanto, los valores de la función de costos. Así, por ejemplo, en un año de producción larga, los costos de transporte son menores que en un año de producción corta para un mismo valor de x , ya que en un año de producción corta se hace preciso desplazar más lejos las adquisiciones de fruto.

En un año determinado, y para una capacidad de la Central x_0 , se tiene, pues:

$$\frac{f(xx_0)}{x} = \text{Costos unitarios de funcionamiento de la Central.}$$

$$\frac{t(x\mu)}{x} = \text{Costos unitarios de transporte del fruto a la Central.}$$

La curva de costos unitarios de funcionamiento $\frac{f(xx_0)}{x}$ está representada en las figuras 1 y 2 por la línea *BAC*, como anteriormente se dijo.

En estas condiciones, podemos suponer (3) que la Central adquiere un volumen de fruto \bar{x} que viene dado por la minimización:

$$\min_x \left[\frac{f(x, x_0)}{x} + \frac{t(x, \mu)}{x} \right] \quad [\text{I}]$$

siempre que resulte:

$$\begin{aligned} \bar{x} &\leq x_{\mu_1} && \text{para } \mu = \mu_1 \\ \bar{x} &\leq x_{\mu_2} && \text{para } \mu = \mu_2 \end{aligned} \quad [\text{II}]$$

donde:

x_{μ_1} = volumen de fruto producido en la comarca en un año de producción corta.

x_{μ_2} = volumen de fruto producido en la comarca en un año de producción larga.

Las condiciones [II] pueden considerarse siempre satisfechas introduciendo una función $t(x, \mu)$ de costos de transporte tal que:

$$t(x, \mu) = \infty \quad \text{para } x \geq x_{\mu} \quad [\text{III}]$$

o bien:

$$t(x, \mu) = \infty \quad \text{para } x \geq \lambda x_{\mu} \quad [\text{IV}]$$

donde λ es un coeficiente positivo menor o igual que la unidad.

La introducción de [IV] se debe a la consideración siguiente: es muy difícil que la Central pueda llegar a adquirir la producción total de la comarca, aunque lo intentase, en un año de producción corta, para lograr un mayor abastecimiento de sus instalaciones. A menos que no llevara a cabo una política de compras sin regateo, lo que probablemente no haría, un cierto porcentaje de la producción de fruto comarcal será comercializada o autoconsumida por los propios campesinos, o bien por pequeños intermediarios menores. Ciertamente, en un año de producción corta es muy probable que la Central trate de aumentar sus adquisiciones de materia prima ofreciendo mejores precios, pero también

(3) Véase, un poco más adelante, en este mismo epígrafe, en qué supuesto la Central seguirá esta política, o bien otra diferente más de acuerdo con la maximización de su beneficio.

es de esperar que los campesinos y los pequeños intermediarios, que tienen por costumbre comercializar o autoconsumir una cierta parte de la producción, fuercen, asimismo, los precios en proporción análoga o resistan la tentación de vender aquella parte de su cosecha que necesitan, como mínimo, para el propio consumo. Como consecuencia, se originará, a no dudar, una subida en el precio del fruto, pero la Central no conseguirá incrementar sus compras por encima de cierto porcentaje λx_{μ} de la producción comarcal, según expresa la relación [IV]. Puede suceder que los precios de mercado en otras zonas del país sean inferiores, en el año considerado, a los precios de cotización del fruto en la comarca que atraviesa un año de producción corta, puesto que en la práctica queda descontada la posibilidad de efectuar importaciones de fruto a la comarca desde aquellas otras zonas para su elaboración y reexpedición, o bien para el consumo campesino.

Volvamos ahora a [I] para tratar de justificar cuándo puede ser admisible. Si la Central conoce por anticipado el precio a que puede vender el producto elaborado en el mercado nacional durante la campaña de que se trate, es obvio que sus adquisiciones de fruto en la comarca no se ajustarán a la política de minimización del costo unitario descrito por [I]. Por el contrario, tratará de elaborar un volumen de productos que maximice su beneficio (o minimice su pérdida) en aquella campaña. Se sabe perfectamente (4) que para conseguirlo deberá elaborar una cantidad x de producto dado por la ecuación:

$$\frac{d [f(x x_0) + t(x_{\mu})]}{dx} = \pi_i$$

siendo π_i el precio del fruto elaborado durante la campaña i , o lo que es igual:

$$f'(x x_0) + t'(x_{\mu}) = \pi_i \quad [V]$$

donde $f'(x x_0)$ y $t'(x_{\mu})$ son los costos marginales de funcionamiento y transporte, respectivamente.

Sin embargo, la Central no se encuentra siempre en condiciones de conocer el precio a que se cotizará el fruto elaborado en el momento de decidir el volumen de sus adquisiciones de fruto

(4) Vid., por ejemplo, CASTAÑEDA, obra citada, lec. 27.

en árbol. Los precios del fruto elaborado pueden variar considerablemente de una a otra campaña, debido a circunstancias meteorológicas que afectan de manera desigual a distintas zonas del país, y debido también, eventualmente, a la política gubernamental en materia de comercio exterior. Si la Central goza de la suficiente información para poder predecir a la hora de realizar sus compras cuál va a ser el precio del producto en el mercado con un cierto grado de aproximación, es razonable que piense elaborar un volumen de fruto x dado por la ecuación [V]. En cambio, si carece de tal información, ante la incertidumbre respecto al precio del producto es muy posible que adopte la estrategia del punto óptimo de explotación, es decir, la minimización de costos unitarios, expresada por [I]. Se trata de un proceso de decisión, motivado por razones más bien psicológicas, en cuyo análisis no entramos, y que no excluye la alternativa de otros procesos de decisión que tengan en cuenta, por ejemplo, el estudio estadístico de la marcha de las cotizaciones en años anteriores.

Tanto si la Central ajusta sus adquisiciones a la fórmula [I], como si las ajusta a la fórmula [V], el cálculo continuaría de modo parecido, aunque en el segundo caso las dificultades operativas son mayores. En el primer caso, de [I] se deduce el valor de x que minimiza la expresión, valor que hemos llamado antes \bar{x} . Evidentemente, \bar{x} será función de los dos parámetros que figuran en [I], esto es, de la capacidad de la Central x_0 y del parámetro μ , indicador de la clase de año, corto o largo, en el que nos encontramos. Llamemos $\varphi(x_0\mu)$ a esta función. Por tanto:

$$\bar{x} = \varphi(x_0\mu) \quad \text{[VI]}$$

Sustituyendo ahora \bar{x} en la expresión de los costos unitarios de funcionamiento y transporte, resulta:

$$\frac{f(\bar{x}x_0)}{x} + \frac{t(\bar{x}\mu)}{x} \quad \text{[VII]}$$

y escribiendo, en vez de \bar{x} , su valor dado por [VI]:

$$\frac{f[\varphi(x_0\mu)x_0]}{\varphi(x_0\mu)} + \frac{t[\varphi(x_0\mu)]}{\varphi(x_0\mu)} = F(x_0\mu) \quad \text{[VIII]}$$

esto es, los costos unitarios [VII] aparecen como función de x_0 y de μ , y a esta nueva función la llamamos $F(x_0\mu)$.

En el segundo caso, es decir cuando la Central ajusta sus adquisiciones de fruto a la fórmula [V], despejaremos de [V] el valor de x , al cual designaremos también por \bar{x} , siguiendo una notación equivalente a la usada en el caso anterior. Pero ahora \bar{x} no sólo será función de x_0 y de μ , sino que dependerá también del precio del producto durante la campaña i , es decir, de πi . Tendremos, pues:

$$\bar{x} = \varphi(x_0, \mu, \pi i) \quad [\text{IX}]$$

Sustituyendo [IX] en [VII], se llega a:

$$\frac{f[\varphi(x_0, \mu, \pi i), x_0]}{\varphi(x_0, \mu)} + \frac{t[\varphi(x_0, \mu, \pi i), \mu]}{\varphi(x_0, \mu)} = F(x_0, \mu, \pi i) \quad [\text{X}]$$

Esto es, los costos unitarios [VII] aparecen, en este caso, como función de x_0 , μ y πi , y a esta nueva función la llamaremos $F(x_0, \mu, \pi i)$, para seguir una notación análoga a la del primer caso, puesto que no existe peligro de confusión.

Hasta este momento se ha supuesto una Central de capacidad x_0 , trabajando en una cierta clase de año, corto o largo, μ ; en el segundo caso estudiado se situaba, además, a la Central en una campaña determinada i . En adelante, estos parámetros, hasta aquí fijos, serán considerados como variables, y el problema consistirá en hallar la capacidad x_0 que minimiza los costos unitarios de funcionamiento y transporte.

Sea ahora:

$P(\mu_1)$ = precio de adquisición del fruto por la Central en un año de producción corta (en unidades monetarias constantes).

$P(\mu_2)$ = precio de adquisición del fruto por la Central en un año de producción larga (en unidades monetarias constantes).

Consideremos el primer caso, en el que los costos unitarios vienen dados por [VIII]. Debemos minimizar estos costos, teniendo en cuenta que a un año de producción corta sucede siempre un año de producción larga, y a la inversa; de modo que en cual-

quier número de años hay tantos de una clase como de otra. Luego la capacidad óptima x_0 se obtiene de la minimización:

$$\min_{x_0} \frac{\varphi(x_0 \mu_1) [F(x_0 \mu_1) + P(\mu_1)] + \varphi(x_0 \mu_2) [F(x_0 \mu_2) + P(\mu_2)]}{\varphi(x_0 \mu_1) + \varphi(x_0 \mu_2)} \quad [\text{XI}]$$

puesto que el cociente es el costo unitario ponderado en las dos clases de años, o sea el costo unitario en un bienio.

Consideremos el segundo caso, en el que los costos unitarios vienen dados por [X]. El problema se complica por la aparición de la variable π_i , y para resolverle es preciso contar con cierta información sobre la distribución de esta variable aleatoria. No entramos, por ahora, en el detalle de la cuestión, limitándonos a indicar que para obtener la solución basta con hallar el mínimo de la esperanza:

$$\min_{x_0} E_i \frac{\varphi(x_0 \mu_1 \pi_i) [F(x_0 \mu_1 \pi_i) + P(\mu_1)] + \varphi(x_0 \mu_2 \pi_i) [F(x_0 \mu_2 \pi_i) + P(\mu_2)]}{\varphi(x_0 \mu_1 \pi_i) + \varphi(x_0 \mu_2 \pi_i)} \quad [\text{XI bis}]$$

o sea:

$$\min_{x_0} \left\{ E_i \frac{\varphi(x_0 \mu_1 \pi_i) F(x_0 \mu_1 \pi_i)}{\varphi(x_0 \mu_1 \pi_i) + \varphi(x_0 \mu_2 \pi_i)} + E_i \frac{\varphi(x_0 \mu_2 \pi_i) F(x_0 \mu_2 \pi_i)}{\varphi(x_0 \mu_1 \pi_i) + \varphi(x_0 \mu_2 \pi_i)} + P(\mu_1) E_i \frac{\varphi(x_0 \mu_1 \pi_i)}{\varphi(x_0 \mu_1 \pi_i) + \varphi(x_0 \mu_2 \pi_i)} + P(\mu_2) \frac{\varphi(x_0 \mu_2 \pi_i)}{\varphi(x_0 \mu_1 \pi_i) + \varphi(x_0 \mu_2 \pi_i)} \right\}$$

APLICACIÓN PRÁCTICA DE LAS FÓRMULAS.

En lo que sigue, haremos algunas indicaciones sobre la forma de hacer operativa la minimización [I].

A) La función de costos unitarios de transporte $\frac{t(x, \mu)}{x}$

que aparece en [I], puede ser tratada en un espacio continuo de densidad de fruto constante o variable; densidad que vendrá dada en función del parámetro μ , el cual toma los valores arbitrarios μ_1, μ_2 , caracterizadores de las campañas cortas y largas, respectivamente.

Nos parece preferible determinar la función de la siguiente manera:

1.º Se confecciona una tabla en la que figuren:

a) Las localidades de la comarca, encabezadas por la localidad en que se encuentra situada la Central y ordenadas por distancias crecientes a aquélla.

b) Los costos unitarios de transporte de fruto desde cada localidad a la Central.

c) Las producciones de fruto de cada localidad en año de producción corta y larga. Estas producciones se multiplican por un factor λ , según lo dicho al explicar [IV], para tener solamente en cuenta el volumen de producción adquirido por la Central. El factor λ puede variar de localidad a localidad o tomar un valor prácticamente constante.

2.º Se calculan los costos unitarios de transporte del fruto a la Central cuando la Central adquiere los de la localidad más cercana, cuando adquiere los de ésta y los de la localidad que ocupa el segundo lugar en proximidad, cuando adquiere los de las tres localidades más próximas, y así sucesivamente. El cálculo se efectúa para las dos clases de años, de producción corta y de producción larga.

3.º Se ajustan los anteriores costos unitarios y los volúmenes de fruto elaborados correspondientes, mediante una función lineal. Se hace un ajuste para cada clase de año.

4.º Sean las ecuaciones ajustadas:

$$\begin{aligned} t &= a x + b && \text{para la clase de año } \mu_1 && \text{[XIII]} \\ t &= a' x + b' && \text{para la clase de año } \mu_2 && \end{aligned}$$

En el espacio (x, μ, t) las ecuaciones representativas de los costos unitarios de transporte son:

$$\left. \begin{aligned} t &= a x + b \\ \mu &= \mu_1 \end{aligned} \right\} \text{ para la clase de año } \mu_1 \quad \text{[XIII]}$$

$$\left. \begin{aligned} t &= a' x + b' \\ \mu &= \mu_2 \end{aligned} \right\} \text{ para la clase de año } \mu_2 \quad \text{[XIV]}$$

Escribiendo una superficie reglada, lo más sencilla posible, que contenga las líneas [XIII] y [XIV], dicha superficie, en la que t será función de x, μ , representará la función de costos unitarios de transporte buscada para los dos valores μ_1 y μ_2 que hemos escogido de modo arbitrario como correspondientes a las campañas corta y larga de producción.

Esto puede conseguirse fácilmente, eliminando t, x, μ en el sistema:

$$\begin{aligned} t - \alpha x - b + \alpha (\mu - \mu_1) &= 0 \\ t - \alpha' x - b' + \beta (\mu - \mu_2) &= 0 \\ t &= 0 \\ \mu &= 0 \end{aligned} \quad \text{[XV]}$$

con lo que se llega a:

$$\frac{\alpha}{\alpha'} = \frac{b + \mu_1 \alpha}{b' + \mu_2 \beta} \quad \text{[XVI]}$$

y a continuación, eliminado α, μ entre [XVI] y las dos primeras ecuaciones de [XV]. Así se obtiene:

$$a b' - \alpha' b = \alpha' \mu_1 \frac{a x + b - t}{\mu - \mu_1} - \alpha \mu_2 \frac{a' x + b' - t}{\mu - \mu_2} \quad \text{[XVII]}$$

Despejando t en [XVII], el problema queda resuelto.

Como los valores μ_1, μ_2 se asignan de modo arbitrario, según antes se ha dicho, convendrá elegir para ellos números sencillos. Podemos tomar:

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 &= 1 \\ \mu_2 &= -1 \end{aligned} \right\} \quad \text{[XVIII]}$$

Sustituyendo en [XVII] y despejando t , se tiene, una vez efectuadas algunas simplificaciones:

$$t = \frac{(\alpha' b - a b') \mu^2 + 2 \alpha' a x \mu + (\alpha' b + a b') \mu}{(\alpha' + a) \mu + (\alpha' - a)} \quad \text{[XIX]}$$

que es la expresión de costos unitarios de transporte buscada, en la que éstos aparecen de modo explícito en función de x y de μ .

Naturalmente, [XIX] sólo tiene sentido económico para los valores [XVIII] de μ .

Como comprobación, puede observarse que para una campaña de producción corta, en la que $\mu = \mu_1 = 1$, la expresión [XIX] se convierte en:

$$t = ax + b$$

y para una campaña de producción larga, en la que $\mu = \mu_2 = -1$, la expresión (XIX) se convierte, análogamente, en:

$$t = a'x + b'$$

La ventaja de la expresión [XIX] consiste en su fácil derivación. La derivada respecto a x , que es necesaria para calcular la minimización [I], resulta simplemente:

$$\frac{\partial [t(x, \mu)/x]}{\partial x} = \frac{2 a' a \mu}{(a' + a) \mu + (a' - a)} \quad [\text{XX}]$$

B) En cuanto a la función de costos unitarios de funcionamiento, $\frac{f(x, x_0)}{x}$, que también aparece en [I], observaremos lo siguiente:

1.º En los estudios sobre centrales frutícolas suele llegarse a la determinación de un pequeño cuadro de valores, como el que reproducimos en el presente trabajo (cuadro III) (5). En él figuran los costos unitarios de funcionamiento para Centrales de diversas capacidades de almacenamiento de fruto (300, 600, 1.000 y 5.000 Tm. de capacidad). No nos interesan aquí las cifras de dicho cuadro más que a título de ejemplo; ni siquiera nos interesa hacer hincapié en el detalle del mismo. Sólo conviene retener su estructura general y el hecho de que, en la práctica, el número de capacidades estudiadas es pequeño (cuatro en nuestro ejemplo).

2.º En estudios del tipo mencionado, el costo unitario de elaboración se entiende para el caso en que la Central trabaje a plena capacidad. Cuando una Central de capacidad x_0 elabore un volumen de fruto x que no coincida con x_0 , tendrá, según se

(5) Este cuadro, lo mismo que otros que aquí se insertan, nos fué comunicado hace ya tiempo por el Doctor Ingeniero Alvarez Requejo, Director de la Estación Pomológica de Villaviciosa.

ha explicado antes con detalle, una función de costos unitarios $\frac{f(x|x_0)}{x}$, que es la que vamos ahora a determinar para cada valor de x_0 .

3.º En general, será $x \leq x_0$, ya que es difícil que, en la práctica, la capacidad de la Central pueda forzarse elaborando un exceso apreciable de fruto por encima de aquélla.

Algunos de los costos de la Central variarán proporcionalmente al volumen de fruto, disminuyendo al disminuir x , mientras otros permanecerán sensiblemente constantes. Podemos suponer que los costos de manipulación y refrigeración disminuirán con x , por incluirse en ellos, como partidas fundamentales, mano de obra eventual y energía eléctrica. En cambio, la administración, a cargo de personal fijo, apenas variará, seguramente, sus costos. En cuanto a los gastos generales, sería preciso efectuar un estudio más detallado de los mismos para clasificar las partidas que los integran en uno u otro grupo. Partidas tales como gastos de teléfono o publicidad, nada variarán o muy poco; mientras las partidas de embalajes o seguros lo harán, poco más o menos, en proporción al volumen elaborado.

De todos modos, no intentamos en este trabajo resolver los problemas de investigación de costos que en cada caso se presenten, sino indicar la marcha general de la programación, por lo que omitimos entrar en detalles.

Llamando c_1 a los costos unitarios invariantes con el volumen de fruto elaborado (ya que provienen de costos totales que varían proporcionalmente con este volumen) y c_2 a los que provienen de costos fijos, ambos costos medidos a la capacidad x_0 , se tiene:

$$c = c_1 + \frac{c_2 x_0}{x} \quad \text{[XXI]}$$

donde c representa el nuevo costo unitario de elaboración para un volumen de fruto x . Es decir, $c = \frac{f(x)}{x}$, que era la función que se quería estimar.

C) El cálculo de [I] resulta fácil, ya que derivado [XXI]:

$$\frac{\partial [f(x)/x]}{\partial x} = \frac{-c_2 x_0}{x^2} \quad \text{[XXII]}$$

Puesto que [I] implica:

$$\frac{\partial f(x)/x}{\partial x} + \frac{\partial t(x\mu)/x}{\partial x} = 0 \quad [\text{XXIII}]$$

sustituyendo [XXII] y [XX] en [XXIII]:

$$-\frac{c^2 x_0}{x^2} + \frac{2 a' a \mu}{(a' + a) + (a' - a)} = 0 \quad [\text{XXIV}]$$

De [XXIV] se deduce:

$$x = \sqrt{\frac{(a' + a) + (a' - a)}{2 a' a \mu} c_2 x_0} \quad [\text{XXV}]$$

que es el valor x , siempre que se cumpla [II]; en caso contrario, el valor x es inmediato.

El cálculo restante consiste simplemente en comprobar cuál es el valor de x_0 que verifica [XI], lo cual se logra directamente por comparación de los valores que toma [XI] para el corto número de capacidades x_0 estudiadas (en el ejemplo, cuatro capacidades).

D) Si se hubiera seguido el segundo criterio, que a partir de la fórmula [V] conduce a las [X] y [XI bis], el procedimiento es análogo, por lo que no vale la pena insistir.

E) Daremos, por último, a título de ilustración, los valores de los parámetros cuyo cálculo puede ofrecer alguna dificultad para el caso de la región asturiana a partir de datos facilitados en 1964 por la Estación Pomológica de Villaviciosa, pretendiendo con ello exponer un ejemplo del método operativo que ayude al lector interesado, pero que no posea un excesivo dominio del aparato matemático, a la aplicación de las fórmulas en casos reales.

Las ecuaciones [XII] se han obtenido a partir de los cuadros V y VI, donde se calculan los costos unitarios de transporte de la manzana de mesa a la localidad de Villaviciosa, que es donde se supone instalada la Central. El cuadro V se refiere a años de producción corta, que son los pares en la región asturiana, y el cuadro VI a los años impares o de producción larga. En la columna (6) de dichos cuadros aparecen los costos unitarios de transporte para los volúmenes de fruto almacenados que figuran en la columna (9). Son estas dos columnas las que han servido

de base para el ajuste de las ecuaciones [XII]. Obsérvese cómo han sido ordenados los concejos de la región (columna «Localidades») en serie creciente de distancias al punto de emplazamiento de la Central (Villaviciosa). La columna (2) expresa los precios de transporte de fruto desde cada concejo a Villaviciosa. Se recoge así la forma en que la Central irá adquiriendo volúmenes sucesivos de fruto desde las localidades más próximas a las más lejanas, al ir ampliando el radio de sus compras.

La reducción que se efectúa en la columna (7), multiplicando los dos volúmenes de producción dados en la columna (2) por el factor $1/34$, se debe a que las capacidades de la Central estudiadas en el cuadro III se refieren a volúmenes de almacenamiento en frigoríficos. La relación $1/34$ se toma del cuadro IV, donde queda calculada.

La reducción que se efectúa en la columna (8), multiplicando por el factor $0,85$, se debe a la consideración de que la Central no podrá adquirir toda la producción de cada localidad, sino, como máximo, un porcentaje de la misma, que aquí fijamos en un 85 por 100 para todas las localidades. Con anterioridad hemos explicado ya este particular, por lo que no insistiremos en él. El porcentaje del 85 por 100 aplicado en este caso no responde a ningún dato real sobre la situación del mercado de manzana en Asturias, sino que ha sido supuesto por nosotros arbitrariamente, dado el carácter de simple ejemplo que tiene aquí el cálculo de la capacidad óptima de la Central asturiana, sin pretender la obtención de resultados válidos.

El ajuste mínimo-cuadrático de las ecuaciones [XII] a partir de las columnas (6) y (9) no necesita explicación; se llega así a las ecuaciones:

$$t = 0,375 \times -19,674 \quad \text{para años pares} \quad (\mu = -1)$$

$$t = 0,116 \times -19,562 \quad \text{para años impares} \quad (\mu = 1)$$

El coeficiente de correlación es $0,997$ para ambas ecuaciones.

El costo unitario de transporte se obtiene, pues, sustituyendo en [XIX] los valores de los parámetros:

$$a = 0,375 \quad b = -19,674$$

$$a' = 0,116 \quad b' = -19,562$$

Resulta:

$$t = \frac{5,054 \mu^2 + 0,087 \times \mu + 9,618 \mu}{0,491 \mu - 0,259}$$

y la [XX] es:

$$\frac{\partial [t(x\mu)/x]}{\partial x} = \frac{0,087 \mu}{0,491 \mu - 0,259}$$

El cálculo restante no tiene dificultad, después de lo dicho, y se deja al cuidado del lector.

El mayor inconveniente operativo proviene de las funciones de precios $P(\mu_1)$ y $P(\mu_2)$. La forma en que se han escrito dichas funciones indica que se supone el caso de que la política de compras de la Central no va a influir sensiblemente en el precio del fruto. En tal supuesto, la estimación de $P(\mu_1)$ y $P(\mu_2)$ no presenta problemas especiales. Pero en el caso de que la Central influya en los precios, la cuestión se complica, puesto que las anteriores funciones no dependen ya sólo de la clase de año par o impar. Es preciso hacer intervenir la condición de monopolista de compra que adquiere la Central (6).

CUADRO I

PRODUCCION DE MANZANA DE MESA EN ASTURIAS

A Ñ O S	T.M. (Años pares)	T.M. (Años impares)
1952	8.600	
1953		27.000
1954	6.300	
1955		226.100
1956	6.370	
1957		10.000
1958	5.000	
1959		30.000
1960	12.000	
1961		15.000
1962	8.000	
MEDIA	7.711,67	24.922,00

$$\text{Relación de producciones años pares/años impares} = \frac{7.711,67}{24.922,00} = 0,31$$

FUENTE DE INFORMACIÓN: *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola* (Ministerio de Agricultura).

(6) Se estudiará este caso en un nuevo trabajo, ahora en preparación.

CUADRO II

PRODUCCIONES MEDIAS DE MANZANA EN ASTURIAS (POR CONCEJOS)

CONCEJOS	AÑOS IMPARES		AÑOS PARES	
	Manzana total Tm.	Manzana mesa Tm.	Manzana total Tm.	Manzana mesa Tm.
Villaviciosa	25.000	7.500	7.750	2.330
Gijón	25.000	7.500	7.750	2.330
Siero	8.000	2.400	2.480	740
Ribadesella	4.400	1.320	1.360	410
Grado	4.000	1.200	1.240	370
Colunga	4.000	1.200	1.240	370
Parrés	4.000	1.200	1.240	370
Piloña	3.000	900	930	280
Oviedo	3.000	900	930	280
Llanes	3.000	900	930	280
Carreño	3.000	900	930	280
Salas	2.000	600	620	190
Candamo	1.500	450	470	140
Pravia	1.500	450	470	140
Gozón	1.500	450	470	140
Cangas de Onís y Onís	1.500	450	470	140
Cabranes	1.500	450	470	140
Ribadedeva	1.500	450	470	140
Peñamellera Alta y Baja	1.500	450	470	140
Caravia	1.000	300	310	90
Cabrales	1.000	300	310	90
Llanera	1.000	300	310	90
Las Regueras	1.000	300	310	90
TOTALES.....	102.900	30.870	31.930	9.570

FUENTE DE INFORMACIÓN: Estación Pomológica de Villaviciosa.

CUADRO III

COSTOS APROXIMADOS DE CAMARAS FRIGORIFICAS PARA MANZANA SEGUN SU CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

Volumen	C. de manipulación + amortis.	C. de refrigeración + amortis.	Administración	Gastos generales	Total Ptas./Kg.
300 Tm. ..	0,20	0,12 + 0,09	0,20	0,29	0,90
600 > ..	0,12 + 0,02	0,12 + 0,09	0,12	0,22	0,69
1.000 > ..	0,12 + 0,02	0,12 + 0,09	0,12	0,16	0,63
5.000 > ..	0,12 + 0,029	0,12 + 0,129	0,143	0,20	0,741

Todas las cantidades se entienden en pesetas por kilogramo de fruta almacenada.

FUENTE DE INFORMACIÓN: Estación Pomológica de Villaviciosa.

CUADRO IV

RELACION ENTRE LA CAPACIDAD DE FRIGORIFICO Y LA DE COMERCIALIZACION EN UNA CENTRAL TIPO DE 1.000 Tm. DE FRIGORIFICO

Distribución de los volúmenes de manzana a lo largo del año con una Central tipo de 1.000 Tm. de capacidad de frigorífico

MANZANA DE TIPO «CORRIENTE».

	Tm.
Septiembre	1.000
Octubre	8.000
Noviembre	8.000
Diciembre	4.000
Enero	4.000
Febrero	2.000
Marzo	1.000
Abril	—
Mayo	—

Suma parcial. 28.000 Tm.

MANZANA SELECTA.

	Tm.
Septiembre	—
Octubre	200
Noviembre	1.000
Diciembre	1.000
Enero	1.000
Febrero	1.000
Marzo	1.000
Abril	400
Mayo	300

Suma parcial. 5.900 Tm.

SUMA TOTAL... 33.900 Tm. 34.000 Tm.

Relación buscada = 1/34

FUENTE DE INFORMACIÓN: Estación Pomológica de Villaviciosa.

CUADRO V

COSTE UNITARIO DE TRANSPORTE A VILLAVICIOSA DE MANZANA DE MESA ASTURIANA EN AÑOS DE PRODUCCION CORTA (AÑOS PARES)

LOCALIDAD	(1) Precio de transporte a Villaviciosa Ptas./Tm.	(2) Producción de fruto de cada localidad Tm.	(3) (1) · (2)	(4) Sumas acumuladas Σ (3)	(5) Sumas acumuladas Σ (2)	(6) Coste unitario de transporte $\frac{(4)}{(5)}$	(7) Reducción de (2) por conversión a frigorífico $\frac{(2)}{34}$	(8) Reducción de (7) por retención parcial de fruto en la localidad $\frac{88}{100} (7)$	(9) Volumen de fruto almacenado (en Tm. de frigorífico)
Villaviciosa	0	2.330	0	0	2.330	0	68,53	58,25	58,25
Cabreres	20	140	2.800	2.800	2.470	1,13	4,12	3,50	61,75
Llanera	40	90	3.600	6.400	2.560	2,50	2,65	2,25	64,00
Colunga	45	370	16.650	23.050	2.930	7,87	10,88	9,25	73,25
Las Regueras	50	90	4.500	27.550	3.020	9,12	2,65	2,25	73,50
Pilaña	57	280	15.960	43.510	3.300	13,18	8,24	7,00	82,50
Siero	60	740	44.400	87.910	4.040	21,76	21,76	18,50	101,00
Caravia	70	90	6.300	94.210	4.130	22,81	2,65	2,25	103,25
Gijón	75	2.330	174.750	268.960	6.460	41,63	68,53	58,25	161,50
Cabrales	85	90	7.650	276.610	6.550	42,23	2,65	2,25	163,75
Ribadesella	100	410	41.000	317.610	6.960	45,63	12,06	10,25	174,00
Oviedo	105	280	29.400	347.010	7.240	47,93	8,24	7,00	181,00
Peñamellera Alta y Baja	105,50	140	14.770	361.780	7.380	49,02	4,12	3,50	184,50
Parrés	107	370	39.590	401.370	7.750	51,79	10,88	9,25	193,75
Carréño	109	280	30.520	431.890	8.030	53,78	8,24	7,00	200,75
Gozón	125	140	17.500	449.390	8.170	55,00	4,12	3,50	204,25
Ribadedeva	130	140	18.200	467.590	8.310	56,27	4,12	3,50	207,75
Cangas de Onís	137,50	140	19.250	486.840	8.450	57,51	4,12	3,50	211,25
Grado	170	370	62.900	549.740	8.820	62,33	10,88	9,25	220,50
Llanes	170	280	47.600	597.340	9.100	65,64	8,24	7,00	227,50
Pravia	207	140	28.980	626.320	9.240	67,78	4,12	3,50	231,00
Salas	215	190	40.850	667.170	9.430	70,75	5,59	4,75	235,75
Candamo	225	140	31.500	698.670	9.570	73,01	4,12	3,50	239,25

**COSTE UNITARIO DE TRANSPORTE A VILAVICIOSA DE MANZANA DE MESA ASTURIANA
EN AÑOS DE PRODUCCION LARGA (AÑOS IMPARES)**

LOCALIDAD	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	Precio de transporte a Villaviciosa Ptas./Tm.	Producción de fruto de cada localidad Tm.	(1) · (2)	Sumas acumuladas Σ (3)	Sumas acumuladas Σ (2)	Coste unitario de transporte $\frac{(4)}{(5)}$	Reducción de (2) por conversión a frigorífico $\frac{(2)}{34}$	Reducción de (7) por retención parcial de fruto en la localidad $\frac{86}{100} \cdot (7)$	Volumen de fruto almacenado (en Tm. de frigorífico)
Vilaviciosa	0	7.500	0	0	7.500	0	220,59	187,50	187,50
Cabranes	20	450	9.000	9.000	7.950	1,13	13,24	11,25	198,75
Llanera	40	300	12.000	21.000	8.250	2,55	8,82	7,50	206,25
Colunga	45	1.200	54.000	75.000	9.450	7,94	35,29	30,00	236,25
Las Regueras	50	300	15.000	90.000	9.750	9,23	8,82	7,50	243,75
Pilaña	57	900	51.300	141.300	10.650	13,27	26,47	22,50	266,25
Siero	60	2.400	144.000	285.300	13.050	21,86	70,59	60,00	326,25
Caravia	70	300	21.000	306.300	13.350	22,94	8,82	7,50	333,75
Gijón	75	7.500	562.500	868.800	20.350	41,67	220,59	187,50	521,25
Cabrales	85	300	25.500	894.300	21.150	42,28	8,82	7,50	528,75
Ribadesella	100	1.320	132.000	1.026.300	22.470	45,67	38,82	33,00	561,75
Oviedo	105	900	94.500	1.120.800	23.370	47,96	26,47	22,50	584,25
Peñamellera Alta y Baja	105,50	450	47.475	1.168.275	23.820	49,05	13,24	11,25	595,50
Parrés	107	1.200	128.400	1.296.675	25.020	51,83	35,29	30,00	625,50
Carreño	109	900	98.100	1.394.775	25.920	53,81	26,47	22,50	648,00
Gozón	125	450	56.250	1.451.025	26.370	55,03	13,24	11,25	659,25
Ribadedeva	130	450	58.500	1.509.525	26.820	56,28	13,24	11,25	670,50
Cangas de Onís	137,50	450	61.875	1.571.400	27.270	57,62	13,24	11,25	681,75
Grado	170	1.200	204.000	1.775.400	28.470	62,36	35,29	30,00	711,75
Llanes	170	900	153.000	1.928.400	29.370	65,66	26,47	22,50	734,25
Pravia	207	450	93.150	2.021.550	29.820	67,79	13,24	11,25	745,50
Salas	215	600	129.000	2.150.550	30.420	70,70	17,65	15,00	760,50
Candamo	225	450	101.250	2.251.800	30.870	72,94	13,24	11,25	771,75

RESUMEN

El problema de la determinación de la dimensión óptima de una Central frutícola, planeada para la comercialización de una cierta especie frutal, presenta carácter especial cuando la producción de fruto en la comarca donde la Central se encuentra instalada oscila intensamente de un año a otro, a consecuencia de la vecería. La vecería es un ciclo de producción anual propio de cultivos arbóreos, ciclo que no obedece al modelo de la telaraña, sino a ciertas causas fisiológicas, técnico-culturales, etc., cuyo análisis no interesa en este trabajo. La intensidad de la oscilación en la producción de fruto comarcal es, a veces, muy pronunciada; así, por ejemplo, en Asturias, la producción de manzana en años impares es constantemente tres veces mayor que la de años pares.

En tales condiciones, una Central supuesta, única en la zona y proyectada para una capacidad de absorción de fruto dada, habrá de trabajar, posiblemente, por debajo de su capacidad los años en que la producción sea corta. El cálculo de la capacidad óptima viene influido por los costos de transporte del fruto a la Central, por los precios del fruto en años de producción corta y larga, por los costos de funcionamiento de la Central, dependientes de su capacidad y del volumen de fruto elaborado en cada campaña y por otras variables que en el presente estudio se analizan. Se exponen soluciones al problema, según hipótesis relativas a la política de la Central. Por último, se buscan fórmulas operativas para las funciones que intervienen en la optimación, aplicándolas a un ejemplo.

RÉSUMÉ

Le problème de la détermination de la dimension optima d'une Centrale de fruits prévue pour la commercialisation d'une certaine espèce de fruits présente un caractère particulier quand la production de fruits dans la région où se trouve installée la Centrale varie intensément d'une année à l'autre. Ce cycle de production annuelle propre aux cultures d'arbres fruitiers obéit à certaines causes physiologiques, technico-culturales, etc., dont l'analyse n'entre pas dans ce travail. L'intensité de l'oscillation de la production des fruits régionale est parfois très prononcée. C'est ainsi, par exemple, que dans les Asturies la production de pommes les années impaires est constamment trois fois supérieure à celle des années paires.

Dans ces conditions, une Centrale qu'on supposerait seule dans la zone et projetée pour une capacité d'absorption de fruits donnée devra peut-être travailler au-dessous de sa capacité les années où la production sera faible. Le calcul de la capacité optima est influencé par les prix de revient du transport des fruits à la Centrale, par les prix des fruits dans les années de production faible et forte, par les prix de revient du fonctionnement de la Centrale qui dépendent de la capacité de celle-ci et du volume de fruits élaboré à chaque campagne et par d'autres variables qui sont analysées dans la présente étude. On expose des solutions au problème suivant des hypothèses relatives à la politique de la Centrale. Enfin, on cherche des formules opérationnelles pour les fonctions qui interviennent dans la détermination des conditions les meilleures en les appliquant à un exemple.

SUMMARY

The problem of determining the best possible dimensions for a Fruit Centre, planned for the commercialisation of one particular type of fruit, presents a special character when the fruit production in the district where the Centre is situated varies intensely from one year to another because of the "herd". The "herd" is a cycle of annual production proper to arbo-

real cultivation, a cycle which does not obey the model of the cobweb, but certain causes which are physiological, technico-cultural, etc., whose analysis does not concern this work. The intensity of the variation in the fruit production in a district is at times very pronounced; thus in Asturias, for example, the apple production in odd years is continually three times greater than that in even years.

In these conditions, a Centre which we will suppose to be the only one in the zone and planned for a given capacity of absorption of fruit, will possibly have to work below its capacity the years when production is low. The calculation of the best possible capacity is influenced by the costs of transporting the fruit to the Centre, by the prices of fruit in years of low and high production, by the working costs of the Centre, depending on its capacity and the volume of fruit treated in each harvest and by other variables which are analysed in the present study. Solutions to the problem are expounded, according to hypotheses referring to the policy of the Centre. Lastly, operative formulae are sought for the functions which have to be considered in finding the best conditions, and applied to an example.
